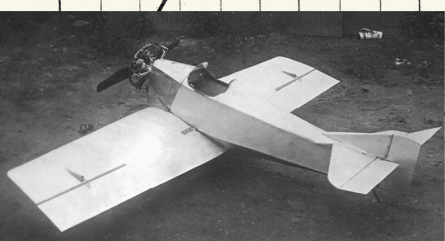
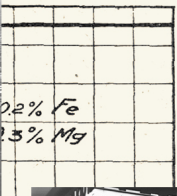
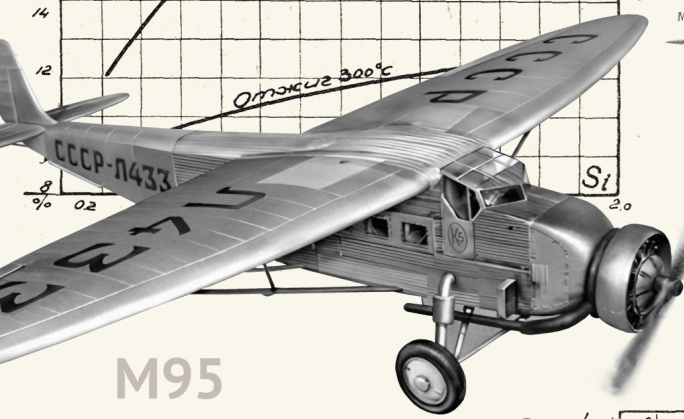
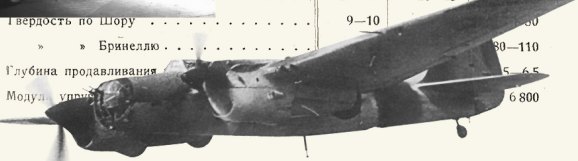


**ГЕОРГИЙ
ГРИГОРЬЕВИЧ
МУЗАЛЕВСКИЙ
МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ**

ИСТОРИЯ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ



жесткое, кг/мм ²	12—15	17—23	25—36
.....	5—7	8—10	17—24
.....	27—20	28—25	.....
.....	9—10	.....	.....



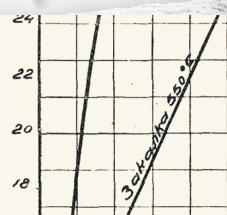
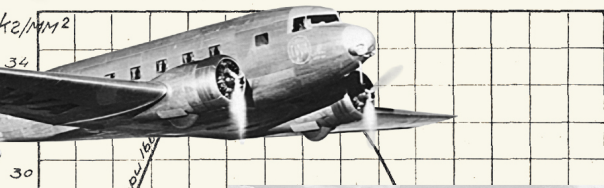
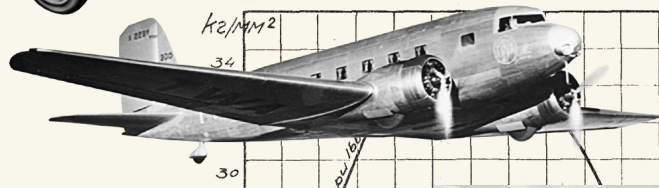
Кольчугалюминий

Д1

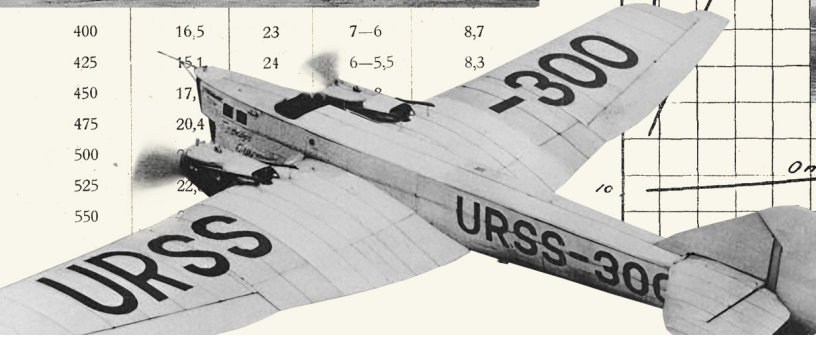


М95

Д6



400	16,5	23	7—6	8,7
425	15,1	24	6—5,5	8,3
450	17,0	.....	.....	.....
475	20,4	.....	.....	.....
500	.....	.....	.....	.....
525	22,0	.....	.....	.....
550	.....	.....	.....	.....



ISBN 978-5-6047993-1-4



9 785604 799314

ские свойства сплавов Al + Si + Mg

А.Б. Бондарев

**ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ
МУЗАЛЕВСКИЙ
МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ**

СЕРИЯ: ИСТОРИЯ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ

Выпуск 2

**МОСКВА
Андрей Бондарев
2025**

УДК 94(470):929/5:669.01/.09:35.086

ББК 63.3(2)6

34.3

Б81

Андрей Борисович Бондарев. **Георгий Григорьевич Музалевский. Металлург и ученый. Серия: История металлургии России. Выпуск 2.** - М.: Издатель: Андрей Бондарев, 2025, 236 ил., 332 с.

Книга о жизни и достижениях выдающегося металлурга, ученого, основоположника промышленного производства легких алюминиевых и магниевых сплавов для отечественной авиации Георгия Григорьевича Музалевского. Все созданные в СССР до Великой Отечественной войны и во время нее полностью или частично металлические боевые и гражданские самолеты в СССР полетели благодаря работам Г.Г. Музалевского. По его инициативе были спроектированы и запущены ныне работающие заводы авиационной металлургии в Ступино, Каменске-Уральском, Белой Калитве - началось создание и формирование отдельной отрасли промышленности - авиационной металлургии.

Г.Г. Музалевский - создатель школы и традиций советских и российских металлургов последующих лет.

Настоящее издание предназначено для профессиональных историков и широкого круга читателей, интересующихся историей СССР-России.

Коллекционная книга. Тираж на бумажном носителе 50 экземпляров

Дизайн и макет обложки книги © Иван Андреевич Бондарев

ISBN 978-5-6047993-1-4

© Андрей Борисович Бондарев

Отпечатано в ООО «Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29–33, стр. 27, ком. 105

Тел.: +7 (495) 9737228, 6653436

www.pero-print.ru e-mail: info@pero-print.ru

Подписано в печать 05.12.2025. Формат 70x100/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 20,75. Заказ 1308.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

6

РОЖДЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ

8

НАСТАВНИКИ Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО

13

РАБОТА НА КОЛЬЧУГИНСКОМ МЕДЕОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ

18

УЧАСТИЕ Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО В СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ

48

ПЕРВАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЗ КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ: АЭРОСАНИ, АЭРОГЛИССЕРЫ, САМОЛЕТЫ

Аэросани - Аэроглицсеры - Самолеты

77

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ АВИАЦИОННОМ ЗАВОДЕ им.

АВИАХИМА

Организация работ на заводе им. Авиахима и новый завод №34 - Создание серийной промышленной технологии производства кольчугалюминия

85

ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ САМОЛЕТЫ ИЗ ДЮРАЛЮМИНА

Д1

*АНТ-3 - АНТ-4 (ТБ-1)+АНТ-7 (вариант) - АНТ-5 (истребитель И-4)-
АНТ-6 (ТБ-3) - АНТ-9 (ПС-9) - АНТ-20 (Максим Горький) - АНТ-25 -
Конструктор самолетов с кольчугалюминием Константин Алексеевич Калинин -
К-1, К-2, К-3, К-4, К-5 и другие*

96

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПЛАКИРОВАНИЯ ДЮРАЛЮМИНИЯ – СОЗДАНИЕ ОТЧЕСТВЕННОГО АЛКЛЕДА

119

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

НОВЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛЕФОРМИРУЕМЫЕ СПЛАВЫ

Авиаль (авиационный алюминий - АВ) - Альтмаг - Силумины - сплавы системы алюминий-кремний

129

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ (ЭЛЕКТРОНОВ)

137

ДИРЕКТОР СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЗАВОДА ЛЕГКИХ СПЛАВОВ (№95)

Специализированный завод легких сплавов (№95) в 1932-1933 годах - Первые мероприятия для совершенствования производственных процессов - Новый алюминиевый сплав М95 (дюралюмин - Д6) для скоростного бомбардировщика СБ - Борьба за поставки на завод качественного алюминия - Дальнейшее развитие технологии производства продукции из алюминиевых сплавов - Инженерные решения для улучшения конструкций самолетов

146

СЕРИЙНЫЕ ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ САМОЛЕТЫ ИЗ ДЮРАЛЮМИНА М95 (Д6)

Сплавы М95 (Д6) и Д16 - правда и вымысел - Бомбардировщик СБ (АНТ-40) - Бомбардировщик Пе-2 - Тяжелый бомбардировщик дальнего действия - Пе-8 - Фронтальной бомбардировщик - Ту-2 - Дальний бомбардировщик Ил-4 (ДБ-ЗФ) - Легкий бомбардировщик-разведчик Су-2 - Дальний бомбардировщик Ер-2 - Пассажирский, грузо-пассажирский, военно-транспортный, десантно-транспортный, транспортно-бомбардировочный, разведывательный - Ли-2

171

БОРЬБА ЗА УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ НА ЗАВОДЕ №95. ОСОБЕННОСТИ ЭПОХИ 1930-Х ГОДОВ

212

Г.Г. МУЗАЛЕВСКИЙ ВО ВСЕСОЮЗНОМ ИНСТИТУТЕ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ВИАМ)

224

ТРИ НОВЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗАВОДА ПО ОБРАБОТКЕ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Обращения в народный комиссариат тяжелой промышленности - Ступинский металлургический завод - завод № 150 - Каменск-Уральский металлургический завод - Белокалитвинский металлургический завод

228

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО

263

СОРАТНИКИ, СОВРЕМЕННОКИ И УЧЕНИКИ О
Г.Г. МУЗАЛЕВСКОМ

Савватий Михайлович Воронов - Олег Георгиевич Музалевский, сын Георгия Григорьевича - Александр Иванович Колпашников - Соломон Миронович Сандлер - Владимир Александрович Ливанов - Иван Леонтьевич Головин

277

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ГЕОРГИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА МУЗАЛЕВСКОГО

285

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

288

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

323

ОБ АВТОРЕ И ТОМ, КАК РОДИЛАСЬ ЭТА КНИГА

328

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2024 году исполнилось равно 100 лет с того момента, как первый цельнометаллический самолет АНТ-2 конструкции Андрея Николаевича Туполева из алюминиевого сплава «кольчугалюминий» (дюралюмин) поднялся в воздух. В нашей стране это событие стало началом эры металлического самолетостроения.

Но сегодня мало кто знает, как и где были произведены первые листы, прутки, профили, проволока, заклепки из нового для наших металлургов термически упрочняемого сплава. Кто разработал технологию производства изделий из дюралюмина? Почему дюралюмин был назван кольчугалюминием?

В настоящее время Георгий Григорьевич Музалевский мало кому известен. А между тем, именно он был идеологом и главной движущей силой в разработке неизвестной до этого отечественным металлургам технологии производства полуфабрикатов из дюралюмина (Д1). Название же «кольчугалюминий» перестало на практике использоваться к середине 1930-х годов и стало историческим термином.

Под руководством Георгия Григорьевича Музалевского была создана первая технология производства изделий из дюралюмина-кольчугалюминия. В 1922 году он перешел на завод №1 им. Авиахима и создал там промышленное производство изделий из этого сплава. Оно было выделено в 1931 году в самостоятельный завод № 34.

Благодаря разработанной Георгием Григорьевичем технологии производства полуфабрикатов из дюралюминов, созданному им сплаву Д6 (М95 - Музалевский-завод №95) полетели все созданные в СССР до Великой Отечественной войны и во время нее боевые и гражданские самолеты в СССР. Только после 1946 года в самолетостроении стал применяться дюралюмин следующего поколения - сплав Д16.

В 1929 году Георгием Григорьевичем был разработан сплав «Авиаль» (авиационный алюминий - АВ), применяющийся и в 2025 году. Тоже относится и к сплаву «Альтмаг» (практически АМг6 с небольшими изменениями), изобретенному им в 1930 году.

Г.Г. Музалевский принимал активное участие в проектировании специализированного завода по обработке легких сплавов в Сетуни. А когда там сложилось трудное положение с выпуском продукции, то возглавил этот завод.

По его инициативе были спроектированы и запущены заводы авиационной

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

металлургии в Ступино, Каменске-Уральском, Белой Калитве. Г.Г. Музалевский активно участвовал в пуске и освоении прокатного оборудования завода в Ступино.

В 1942 году Георгий Григорьевич перешел на преподавательскую работу в Московский авиационный институт (МАИ), создав там кафедру «Технология обработки металлов давлением», переведенную через год в Московский авиационно-технологический институт (МАТИ) и которой он заведовал до своего ухода из жизни в 1953 году.

Г.Г. Музалевский создал целую научно-технологическую школу, обеспечившую успешное решение задач в области становления и развития технологии производства легких сплавов в СССР. Среди его учеников были выдающиеся ученые-металлурги, организаторы производства: Савватий Михайлович Воронцов, Александр Федорович Белов, Семен Михайлович Петров и многие другие.

Трудно переоценить заслуги Георгия Григорьевича Музалевского - его жизнь и выдающиеся достижения стали примером для последующих поколений ученых-металлургов!

РОЖДЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ

Георгий Григорьевич Музалевский родился (8 - по старому стилю) 21 января 1887 года в городе Темрюк Кубанской области (ныне Краснодарская область) в семье русского крестьянина Орловской области Болховского уезда, Голдаевской волости.

Его родители: отец Григорий Петрович и мать Наталья Яковлевна, - из-за недостатка земельного надела были вынуждены в течение десяти лет выезжать на заработки в южные губернии России - Таврическую, Екатеринославскую и Кубанскую губернии.

После возвращения в 1901 году в Болховский уезд Георгий Григорьевич поступил учиться в духовную семинарию, но через пять лет учебы оставил ее в 1905 году и перешел для продолжения учебы в Александровское реальное училище в городе Орел, которое успешно окончил в 1907 году.



Здание Александровского реального училища в городе Орел (до революции 1917 года и в 2010-е годы) [2, 3].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В архивах Ленинградского политехнического института [1] в личном деле сохранилось и копия свидетельства об окончании Г.Г. Музалевским реального училища:

СВИДЕТЕЛЬСТВО

Дано ученику дополнительного класса Орловского Александровского реального училища Георгию Григорьевичу Музалевскому из крестьян, православного вероисповедания, родившемуся 8 января 1887 года в том, что он обучался в седьмом классе от Августа 1906 года по Июнь 1907 года при отличном (5) поведении и на дополнительном испытании оказал успехи в:

- Законе Божьем5
- Русском языке5
- Немецком языке5
- Французском языке5
- Географии.....5
- Истории.....5
- Арифметике5
- Алгебре5
- Геометрии5
- Тригонометрии5
- Физике5
- Естественной истории.....5
- Рисовании.....5
- Законоведении5

Посему он, Георгий Музалевский, на основании ст. 90 устава реальных училищ, может поступить в высшие специальные училища, подвергаясь только поверочному испытанию, что свидетельствуется надлежащей подписью с приложением казенной печати.

От 8 июня 1907 г.

Директор

(подпись)

Секретарь Совета

(подпись)

В 1907 году Г.Г. Музалевский был принят на первый курс экономического отделения Петроградского политехнического института.

Проучившись два года на экономическом отделении, в 1909 году он обратился с

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

просьбой к дирекции институту о переводе его на металлургическое отделение. Просьба была удовлетворена.

Во время учебы в институте Георгий Григорьевич проходил производственную практику в термическом и мартеновском цехах Путиловского завода (в 1910 году) (город Санкт-Петербург), на Бежецком машиностроительном заводе (в 1911-1912 годах) и на Новороссийском железопрокатном заводе (в 1913 году). На последнем заводе он уже самостоятельно выполнял ряд производственных поручений администрации прокатного цеха и получил аттестат инженера-практиканта.



Мартеновская мастерская Путиловского завода. 40-тонная печь и ковш с электрической передвижной тележкой [4].



1912 год. Георгий Григорьевич Музалевский - студент Петроградского политехнического института (фото из архива Ф.И. Квасова).

26 апреля 1914 года Г.Г. Музалевский успешно окончил Петроградский (после начала Первой мировой войны г. Санкт-Петербург был переименован в Петроград) политехнический институт Императора Петра Великого, ему было присвоено звание инженера-металлурга [1]:

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

ДИПЛОМ

Петроградский Политехнический Институт ИМПЕРАТОРА ПЕТРА ВЕЛИКОГО сим свидетельствует, что студент Metallургического Отделения сего Института

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ

по выполнении всех требуемых учебным планом работ по metallургическому подотделу и по выдержании в 1914 г. окончательного испытания в особой комиссии Metallургического Отделения, 30 Апреля 1914 г. Советом Института, согласно ст. ст. 512 и 515 кн. II Св. Уст. Учен. Учрежд. и Уч. Завед., т. XI ч. I Св. Зак., изд. 1911 г. удостоен звания

ИНЖЕНЕРА-МЕТАЛЛУРГА

с правом на производство в чин X класса при определении на государственную службу на штатную должность техника.

Посему и на основании ст. ст. 513 и 514 кн. II того же свода, Г.Г. Музалевский имеет право занимать должность штатного преподавателя в специальных учебных заведениях, заведывать фабриками и заводами, составлять проекты всяких зданий и сооружений, производить всякого рода строительные работы; вообще ему предоставляются все права и преимущества, законами Российской Империи с званием ИНЖЕНЕР-МЕТАЛЛУРГА соединяемые.

В удостоверение чего выдан сей диплом за надлежащим подписом и приложением печати Петроградского Политехнического Института ИМПЕРАТОРА ПЕТРА ВЕЛИКОГО. Петроград. Ноября 13 дня 1914 года.

Председатель Совета

Декан

Директор Института

Metallургического отделения

В. Скобельщиков

В. Грум-Гржимайло

НАСТАВНИКИ Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО

Формированию Г.Г. Музалевского как ученого во многом способствовало то обстоятельство, что ему посчастливилось учиться у крупнейших русских металлургов - академиков А.А. Байкова, В.А. Кистяковского, М.А. Павлова, член-корр. АН СССР В.Е. Грум-Гржимайло и П.П. Федотьева.

Эти выдающиеся ученые внесли огромный вклад в отечественную науку, завоевав приоритет по многим вопросам теории и практики литейного и прокатного производства. Они же привили вдумчивому студенту дух творчества.

Сын беднейшего русского крестьянина мог рассчитывать только на свои силы. Поэтому он не жалел времени и сил на приобретение теоретических знаний в институтских лабораториях и практического опыта в горячих цехах металлургических заводов. Все это с лихвой оправдывалось в первые же годы работы в качестве инженера-металлурга на Кольчугинском медеобработывающем заводе.

Курсовые дипломные проекты Г.Г. Музалевский выполнял под непосредственным руководством профессоров В.Е. Грум-Гржимайло и Н.С. Верещагина.

С 1907 года В.Е. Грум-Гржимайло занял кафедру металлургии стали Петроградского политехнического института и обладая огромными теоретическими знаниями и практическим опытом начал плодотворную научно-педагогическую деятельность. В дополнение к увлекательным рассказам о сущности металлургических процессов он, для лучшего усвоения студентами курса «Прокатка и калибровка», создал при институте лабораторию прокатного дела, оснастив ее миниатюрным прокатным станом. На этом стане студенты практически изучали прокатку различных профилей сортового металла - рельсов, швеллеров, балок и других изделий. Уже работая инженером на Кольчугинском заводе, Г.Г. Музалевский обращался к ряду капитальных



Владимир Ефимович Грум-Гржимайло (1864-1928) - член-корр. АН СССР, российский, советский ученый, металлург, теплотехник. Усовершенствовал процессы получения сталей, родоначальник теории калибровки валков для прокатки, автор проектов печей для различных стадий металлургического производства [5, 6].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

курсов В.Е. Грум-Гржимайло, в том числе к таким, как «Прокатка и калибровка», вошедшей в золотой фонд научной литературы по металлургическому производству.

В 1927 году В.Е. Грум-Гржимайло был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.



Александр Александрович Байков (1870-1946) - советский химик, материаловед, металлург, академик АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Специализировался в области физикохимии металлургических процессов и прикладной неорганической химии. Основные труды - в области учения о металлических твёрдых растворах, физико-химического обоснования протекания металлургических процессов, теории и производства огнеупоров и цементов [7].

Лекции по теории металлургических процессов и металлографии студентам в это время читал А.А. Байков. В дополнение к имеющимся учебным пособиям он опубликовал ряд важных работ в области металлургии. В научно-технических журналах он помещает статьи: «Кристаллизация и структура стали» (1907 год), «Плавка медных руд в шахтных печах» (1908 год) и «К вопросу о диаграмме превращений сплава железа с углеродом» (1910 год). Для студентов металлургического факультета хорошим руководством были исследования А.А. Байкова о структуре и внутренних превращениях в металлах и сплавах при высокой температуре и разработанная им оригинальная методика их исследований. О ней он рассказал в статье «О структуре стали при высоких температурах», опубликованной в 1909 году и перепечатанной затем во многих журналах стран Западной Европы, а также в США и Японии. В 1932 году А.А. Байков был избран действительным членом Академии наук СССР.

Среди преподавателей Петроградского политехнического института работал выдающийся русский ученый-металлург П.П. Федотьев. В 1910-1912 годах под его руководством были развернуты обширные экспериментальные исследования по электрометаллургии алюминия, получившие мировую известность. До работ П.П. Федотьева,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

с момента открытия в 1886 году П. Эру и Ч. Холлом электролитического способа получения алюминия, его производство, развившееся в крупную отрасль металлургии, базировалось главным образом на эмпирических данных и практическом опыте. К началу работ П.П. Федотьева теория этого процесса оставалась неразработанной. Опубликованная в 1912 году работа П.П. Федотьева и В.П. Ильинского «Экспериментальные исследования по электрометаллургии алюминия» явилась первым фундаментальным исследованием в области электролитического получения алюминия.

Павел Павлович Федотьев (1864-1934) - российский и советский ученый в области минеральной технологии и технической электрохимии, член-корр. АН СССР. Автор анализа химической промышленности Российской империи, учебника «Электрометаллургия». Первым в России получил металлический магний, создал опытное, а позже промышленное производство металлических алюминия и магния [8-11].



Профессор П.П. Федотьев стал признанным основоположником отечественной научной школы электрометаллургии цветных металлов.

В годы учебы в Петроградском политехническом институте Г.Г. Музалевский слушал также лекции известного профессора металлурга М.А. Павлова. Читал его содержательные научные труды по мартеновским печам и классический труд ученого «Определение размеров доменных печей». В этих работах, явившихся вкладом в теорию и практику металлургии, М.А. Павлов с исключительной тщательностью проанализировал конструкции и производственные показатели многих десятков металлургических печей разных стран мира. М.А. Павлов был одним из видных деятелей советской высшей школы. В годы первой пятилетки, когда потребовалось увеличить выпуск инженеров, на базе металлургического факультета Московской горной академии был создан Институт стали и сплавов. В течение многих лет академик М.А. Павлов возглавлял кафедру чугуна.



Михаил Александрович Павлов (1863-1958) - российский и советский металлург, академик АН СССР, осуществивший реконструкцию доменных и пудлинговых печей в России. Он опубликовал научную работу «Исследование плавильного процесса доменных печей» - первое в России теоретическое исследование теплового баланса доменных печей, работающих на древесном угле, освоил и усовершенствовал доменную плавку на антраците, участвовал в проектировании крупнейших металлургических заводов, доменных печей и сталеплавильных агрегатов, в развитие выплавки чугуна [12, 13].

Одним из самых интересных лекторов был В.А. Кистяковский. В 1910 году он опубликовал результаты своих обширных исследований в области электрохимии хрома, железа, алюминия, магния и других металлов. Позднее им были исследованы процессы коррозии металлов и электрокристаллизации; предложил новое объяснение явления



Владимир Александрович Кистяковский (1865-1952) - русский и советский физико-химик. Составил теоретически обоснованную таблицу ряда электродных потенциалов металлов. Создал новое научное направление - электрохимию коллоидов. Развил представления о процессах электрокристаллизации и коррозии металлов с образованием на их поверхности тонкой защитной пленки. Результаты исследований Кистяковского нашли применение в практике защиты металлов от коррозии, в гальваностегии и при рафинировании металлов [14-16].

пассивности. Он открыл зависимость высоты капиллярного поднятия жидкости при температуре кипения от молекулярной массы (правило Кистяковского), и вывел формулу, связывающую упругость пара в капиллярах с поверхностным натяжением и молекулярной массой жидкости. Составил теоретически обоснованную таблицу ряда электродных потенциалов металлов. Установил зависимости между молекулярной теплотой испарения и объемом пара при температуре кипения; коэффициент сжимаемости жидкостей и внутренним давлением; теплотой испарения неассоциированной жидкости и температурой ее кипения; теплотой плавления и числом атомов в молекуле [15, 16].

Результаты исследований В.А. Кистяковского нашли применение в практике защиты металлов от коррозии, в технике гальваностегии и при рафинировании металлов.

Петроградский политехнический институт Г.Г. Музалевский закончил со знанием немецкого, французского и английского языков, что ему очень пригодилось во время командировок во многие высокоразвитые европейские страны.

РАБОТА НА КОЛЬЧУГИНСКОМ МЕДЕОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ

Практическая деятельность Г.Г. Музалевского как инженера-металлурга началась в конце 1914 года в латунно-прокатном цехе Кольчугинского медеобработывающего завода.

Первый год работы он посвятил основательному изучению производственных процессов прокатки латуни и мельхиора и практическому ознакомлению с оборудованием в качестве цехового инженера по ремонту. В связи с расширением производства проката для военного снаряжения и необходимостью выполнения работ по проектированию прокатных станов и термических печей Г.Г. Музалевский в 1915 году был назначен помощником заведующего латунно-прокатного цеха [17].



Общий вид Кольчугинского завода до 1917 года (почтовая открытка) [18].

Непрерывный рост производства в военное время требовал огромных усилий по совершенствованию оборудования, технологических процессов и методов работы. Наиболее крупные работы в этот период инженер-металлург Г.Г. Музалевский провел в части улучшения технологических процессов производства патронной и пушечной латуни путем сокращения ряда важнейших операций по

прокатке и отжигу. Эти усовершенствования были осуществлены благодаря проведению им нескольких опытно-исследовательских работ.

В 1916 году Г.Г. Музалевского назначили заведующим латунно-прокатным цехом. В условиях все увеличивающегося объема производства проката для военных целей он вновь обратил свое внимание на упрощение технологических процессов производства пульного мельхиора для оболочек ружейных и пистолетных пуль за счет изменения методов горячей прокатки листов и модернизации цепных печей для их отжига [17].

О работе Георгия Григорьевича на Кольчугинском медеобработывающем заводе, самом заводе, условиях труда, работниках, которыми руководил Музалевский, подробно написал в своих воспоминаниях Константин Павлович Левитский, работавший на предприятии с перерывами 17 лет: с июня 1916 года по май 1918 года (до закрытия завода), с декабря 1920 года (возобновление работы завода) по август 1925 года и с августа 1929 года по октябрь 1939 года [19].

В своих воспоминаниях [19] Константин Павлович Левитский называет Георгия Григорьевича Музалевского Юрием Григорьевичем. Также инициалами Ю.Г. Г.Г. Музалевский подписывал статьи в технических журналах в 1920-1930-е годы. Причиной этому являлась широко распространенная в дореволюционной России практика называть Георгиев Юриями. Имя Юрий считалось фонетическим и светским вариантом имени Георгий. В второй половине 19-ого века начался процесс обособления этих имен друг от друга. А после Октябрьской революции 1917 года оба имени постепенно обрели самостоятельный документальный статус [20]. Со времени работы на заводе легких сплавов в Сетуни Георгий Григорьевич уже не использовал имя Юрий. Однако, вековая традиция была, тем не менее, весьма стойкой. Так, например, Федор Иванович Квасов в книге, увидевшей свет в 1983 году, «История металлургии легких сплавов в СССР. 1917-1945», продолжает называть Георгия Григорьевича Юрием Григорьевичем [21].

Воспоминания Константина Павловича Левитского, написанные им в 1970 году [19]:

«Прошло уже более 54 лет с того дня, когда я впервые появился на Кольчугинском заводе. Припоминается мне тот яркий солнечный день в последних числах мая 1916 года. Я приехал из города Петрограда по окончании мною металлургического отделения Петроградского политехнического института на станцию Келерово, позже переименованной в Пекша, Ярославской железной дороги,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

возле которой расположен был завод по обработке меди и ее сплавов, носивший в то время название «Латунный и Меднопрокатный заводы Товарищества Кольчугина».

Первое знакомство.

Завод расположен в «яме» по отношению к небольшому заводскому поселку, террасообразно на трех площадках и был соединен железнодорожным путем со станцией Келерово.



Один из отливных (литейных) заводов (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Один из отливных (литейных) заводов (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

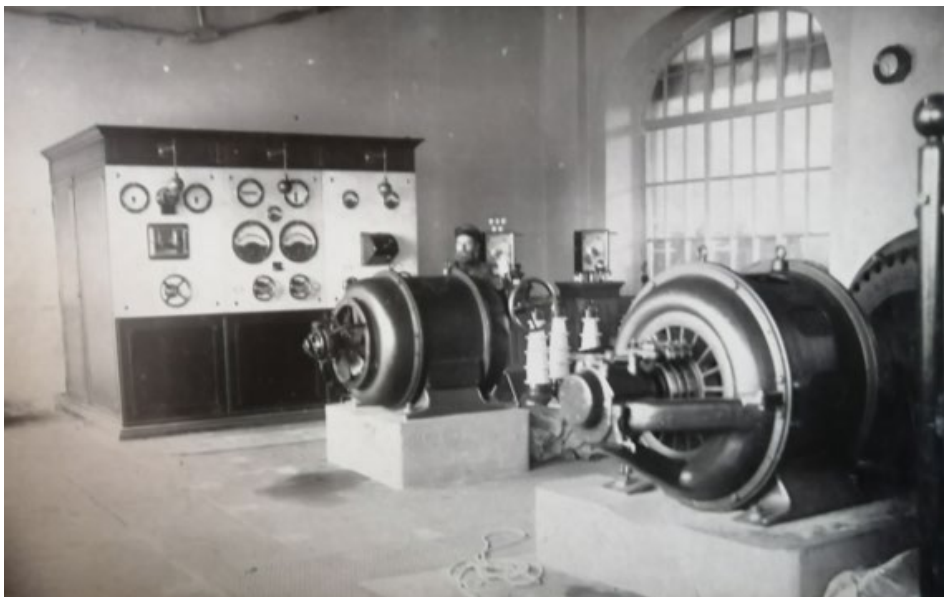
Ремонтно-механический с мастерскими, производившими ремонт оборудования.

Механический завод, в состав которого входили чугуно-литейный завод и

В состав завода входили следующие цеха или, как тогда они назывались, «заводы»: латунный, краснodelьный, проволочный, кабельный и давилый, а также отливные (литейные). Последние подразделялись на зеленую отливную, в которой производилась тигельная плавка и отливка слитков латуни, бронзы, мельхиора и некоторых других сплавов; красную отливную, в которой производилась плавка слитков меди для горячей прокатки в краснodelьном (впоследствии меднопрокатном) заводе, фасонную отливную, где отливались латунные детали для давилного завода и прочие фасонные отливки.

Познакомился я и с вспомогательными отделами. Пароэлектрический, состоящий из старой и новой электростанций, обеспечивавших парами и электроэнергией производственные цеха, а также энергией заводской поселок. В ведение

механическая мастерская (находившаяся в здании 302), в которой имелись металлообрабатывающие станки. Механический завод изготовлял станки для своих производственных цехов.



Генераторы электростанции завода и распределительный щит (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Строительный отдел производил постройку новых зданий, заводских печей и другие строительные, а также ремонтные работы.

Транспортный отдел, ведавший внутризаводскими железнодорожными путями и подвижным составом, а также внутризаводскими перевозками и вывозкой на станцию готовой продукции.

В ведении хозяйственного отдела находились «приезжий дом», дома и квартиры для инженерно-технического персонала и служащих, казарменные помещения и бараки для рабочих, конный двор и выездная конюшня.

В задачи отдела снабжения (заведующий Илларион Феоктистович Дергунов) входило систематическое обеспечение цехов завода всеми необходимыми для производства основными и вспомогательными материалами, а также топливом, которым являлся мазут (нефтяные остатки). В отдел снабжения входил «магазин металлов», в который поступали все необходимые для отливных-литейных

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

цехов металлы (штыковая и катодная медь, электролитический цинк, рондели (алюминиевые заготовки для производства труб или баллонов для аэрозолей) и кубики никеля, гранулированный никель, олово, свинец и другие, а также вайер-барсы (литые цилиндрические заготовки) для проволочного завода.

Завод имел также и свои лесные угодья, которые разрабатывались на деловую древесину на своей лесопилке и на дрова. Дрова использовались не только для отопления жилых помещений, но и как технологическое топливо в заводе, а именно: они служили источником для получения генераторного газа, которым отапливались некоторые отжигательные печи латунного завода, а также некоторое время и как энергетическое топливо для отопления жаротрубных котлов старой электростанции.



Помещение заводской лаборатории (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Двухэтажное кирпичное здание главной конторы завода находилось вблизи новой электростанции. На втором этаже главной конторы размещались лаборатории химическая и металлографическая. Техническое бюро производило различные проектные работы, здесь же изготовлялись чертежи оборудования и

для строительных работ.

В главной конторе завода размещалась телефонная станция. Телефонная сеть была очень разветвленной и полностью обеспечивала связь между цехами и отделами завода. Телефоны имелись также на квартирах инженерно-технического персонала. Завод имел собственную телефонную линию, обеспечивающую связь с Москвой.

Небольшой больницей с незначительным количеством обслуживающего персонала заведовал квалифицированный врач Сергей Анатольевич Захаров.

На территории заводского поселка было почтовое отделение, а также единственная начальная школа. В Народном доме имелась библиотека, небольшой зрительный зал со сценой, на которой выступали местные любители драматического и музыкального искусства, а также изредка приезжали артисты.

Заводом руководили.

По прибытии на завод я был принят на должность помощника заведующего латунным заводом и состоял в этой должности до закрытия завода в апреле 1918 года. В это время во главе заводоуправления находился директор Николай Александрович Степанов. Это был довольно высокий, плотного телосложения человек средних лет, очень серьезный, строгий и требовательный начальник. Он был крупным инженером и пользовался большим доверием со стороны Правления Товарищества завода Кольчугина. Ежедневно с утра он обходил цеха завода и был всегда в курсе всех производственных дел. Еще до моего прибытия на завод при нем было спроектировано и построено большое здание (№ 302), предназначавшееся для размещения оборудования нового латунно-прокатного цеха, в котором проектировалось производство широких лент латуни вместо листов. Был составлен технический проект этого производства, но осуществить его тогда не удалось.

При Н.А. Степанове также было построено на «Малашихе» многоэтажное здание так называемой «тысячной» казармы для рабочих, 40-квартирный



Николай Александрович Степанов (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

дом для служащих, четырех и восьмиквартирные дома для инженерно-технического персонала.

В феврале 1917 года он уехал и на его место Правлением был назначен новый директор Николай Николаевич Вашков, состоявший в этой должности до закрытия завода в 1918 году. Помощником директора по производству был инженер технолог Александр Васильевич Ушаков, который до этого заведовал латунным заводом. Основное свое внимание А.В. Ушаков уделял работе отливных, прокатных, проволочных и давилного заводов, а кабельный завод непосредственно подчинялся директору. А.В. Ушаков также ежедневно обходил все цеха завода и был в курсе всего производства.

Заведующим отливным был инженер металлург Владимир Александрович Буталов, а его помощником инженер металлург Михаил Филаретович Лукьянов, прибывший на завод одновременно со мной летом 1916 года. В отливных работал также и инженер Рукавишников.

Краснодельным заводом: горячая прокатка меди, мунд (свинцовистой)-латуни (названа по имени ее изобретателя английского металлурга Дж. Мунца), мельхиора, - заведовал инженер металлург Евгений Григорьевич Деречей, который прибыл на завод осенью 1912 года. Он основал на заводе лабораторию металлографии, сыгравшую очень важную роль в деле изучения сплавов, рационализации термической обработки сплавов.

Помощником заведующего латунным заводом Юрия Григорьевича Музалевского был принят я, Константин Павлович Левитский. Летом 1917 года здесь появился и второй помощник заведующего инженер - механик Александр Ефремович Воронович.

Заведующим проволочным заводом, в состав которого входили корпуса красной меди и сплавов, работал инженер Колпаков, которого в 1917 году сменил инженер Илья Самойлович Бабаджан. Помощником заведующего был инженер металлург Николай Ильич Костромин. В 1917 году в проволочный завод приняли второго помощника заведующего инженера Михаила Павловича Уланова.

Заведующим давилным заводом был отставной артиллерийский офицер Алексей Тарасович Селиваненко, до этого работавший на Луганском патронном заводе, а его помощником - Александр Карлович Цабель.

Заведующим кабельным заводом был инженер Константин Александрович Архиреев, впоследствии занявший пост технического директора завода. Его помощник инженер-электрик Николай Николаевич Алексеев.



Работники завода «Товарищество Кольчугина» [22]. Ориентировочно 1916 год. Во втором ряду, второй слева - Георгий Григорьевич Музалевский, в этом же ряду, четвертый справа - Евгений Григорьевич Деречей, в третьем ряду, восьмой справа - Даниил Иванович Сучков (студент на практике).

Испытательной (контрольно-измерительной) лабораторией заведовал Семенов. Заведующим пароэлектрическим отделом был инженер Константин Васильевич Краснов, у которого были помощники техники Григорий Парамонович Ильин по электротехнической части и Глушков - теплотехник. В этом же отделе работал также техник Борис Михайлович Розанов.

Ремонтно-механический отдел возглавлялся Александром Алексеевичем Киселевым. Заведующим механическим заводом был Петр Павлович Кудрявский.

В 1917 году строительный отдел возглавил прибывший на завод инженер Дмитрий Николаевич Засухин.

Хозяйственным отделом заведовал Петр Сергеевич Григорьев. Лесным

хозяйством завода ведал лесничий Константин Петрович Красноухов. Заведующим химической лабораторией состоял Александр



Александр Константинович Ван-дер-Беллен (фото представлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна) (1891-1944) - русский и советский ученый-металлург, впоследствии профессор Московского института цветных металлов и золота, организатор производства, один из создателей цветной металлургии на Алтае и в Восточном Казахстане.

Для нужд армии.

Это были тяжелые для нашей страны дни. Шел 1916 год. На далеких фронтах шла кровопролитная война с кайзеровской Германией и ее союзниками.

Заведующим химической лабораторией состоял Александр Зиновьевич Худынцев, который впоследствии составил проект новой химической лаборатории завода. Заведующим металлографической лабораторией был инженер-металлург Александр Константинович Ван-дер-Беллен, который занял эту должность после Евгения Григорьевича Деречей, перешедшего в краснодельный завод.

Необходимо сказать, что до прибытия на завод директора Н.А. Степанова производство основывалось преимущественно на мастерстве и долголетнем опыте мастеров практиков и старых рабочих, имевших большой практический стаж.

С Н.А. Степановым приехали на завод сотрудничавшие с ним ранее, А.А. Киселев и П.П. Кудрявский. При Н.А. Степанове и А. В. Ушакове было принято новое, более технически грамотное направление в руководстве технологическими процессами, для чего на завод была принята группа молодых инженеров-металлургов, окончивших металлургическое отделение Петроградского политехнического института, имена и фамилии которых приведены выше.

Среди них были инженеры металлургии, специализировавшиеся по металлографии и термической обработке металлов, выполнявшие свои дипломные лабораторные работы под руководством профессора металлургии и металлографии, впоследствии академика Александра Александровича Байкова. Это В.Г. Деречей, К.П. Левитский, Н.И. Костромин, А.К. Ван-дер-Беллен.

Завод был милитаризован и почти полностью работал на оборону, а все рабочие, служащие и инженерно-технический персонал состояли на особом военном учете. Все внимание и силы административно технического персонала были направлены на то, чтобы завод выполнял свою производственную программу, от чего зависело снабжение действующей армии необходимыми боеприпасами, в которых на фронте все острее и острее стал ощущаться большой недостаток.



Транспортная тележка рядом со станом Дуо в латунном заводе (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Весь персонал завода, начиная с директора, все инженеры, мастера, техники, конторские служащие, все рабочие трудились упорно и напряженно, с полным сознанием своей ответственности перед страной. Рабочие завода состояли почти исключительно из крестьян, жителей окрестных сел и деревень, находящихся вблизи завода. Они были связаны с землей и ее обработкой, с крестьянским хозяйством. Это обстоятельство накладывало свой отпечаток. Многие из них работали на заводе со дня его основания и приобрели большой опыт по узкой

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

специальности - литейщики, вальцовщики, рабочие на отжигальных печах, волочищники и т.п.

Работа у станков и печей была физически очень тяжелой, так как степень механизации работ была очень низкой, что требовало затраты большого физического труда. Так, например, большие массы металла на разных стадиях обработки перемещались в различных направлениях по латунному заводу на трехколесных тележках по чугунным плитам пола с помощью двух рабочих. Перемещаемые вдоль главного прохода груженные металлом тележки создавали иногда такую тесноту, что было трудно пройти через цех. При этом случалось, что тележки опрокидывались, это влекло за собой несчастные случаи.

В производственную программу завода в то время в основном входила продукция для нужд действующей армии. Важнейшее место по выпуску этой продукции занимали отливные, латунный, краснodelьный (меднопрокатный) и проволоочный заводы. Но и кабельный, и давяльный заводы также участвовали в выпуске продукции для военных нужд (полевой телефонный провод, солдатские котелки и другие изделия).

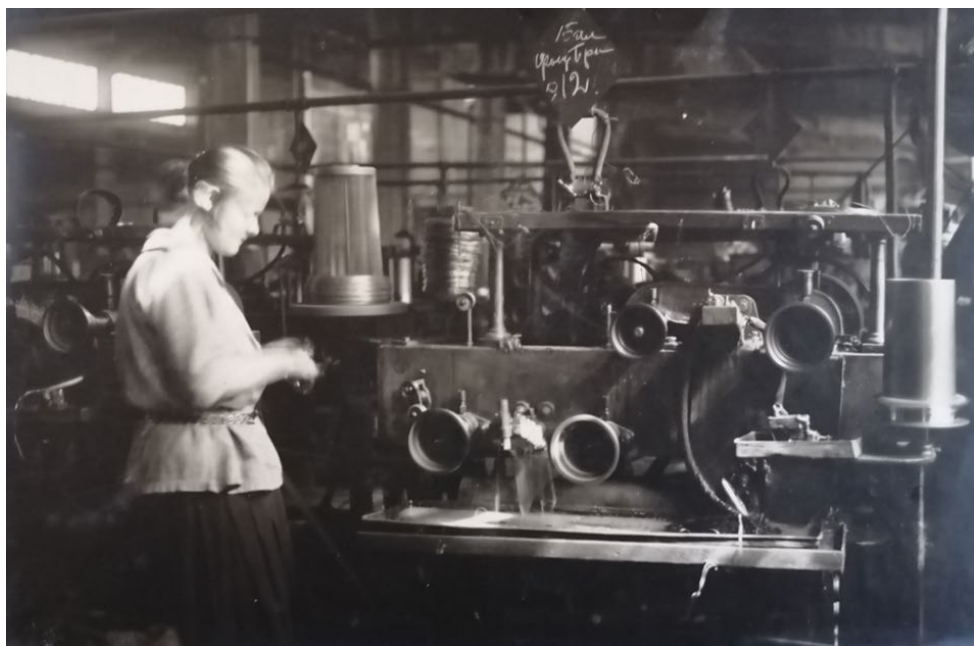


Латунный завод, лентопрокатные машины (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Латунный завод изготовлял полосы патронной латуни и пульного мельхиора, ленты капсюльной латуни, латунные круги для пушечных гильз разного калибра, листовую латунь размером 1420x710 мм различных толщин и разного химического состава. Эти сорта листовой латуни носили такие названия: тульская, ризная, морская, часовая и так далее.

Листовая латунь отправлялась по заказам частных потребителей. Изготавливалась также и ленточная латунь различных толщин и ширины по частным заказам. Кроме выпуска продукции на сторону, латунный завод поставлял латунные кружки, вырезавшиеся из листов, давяльному заводу, в котором изготавливалась латунная посуда, тазы, кофейники, самоварные подносы и тому подобное а также проволочному заводу (корпус сплавов) - круги латунные, бронзовые и мельхиоровые.

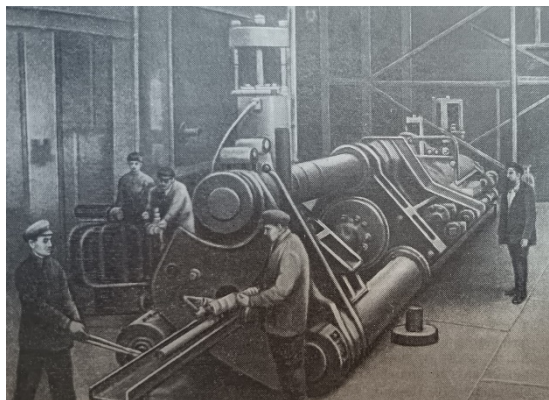


Проволочный завод, многократная волочильная машина (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Краснодельный (меднопрокатный) завод изготовлял медные листы для паровозных топков, листовую медь разных толщин и ширины по частным заказам, а также заводу (для посуды). В этом цехе производилась также горячая прокатка

слитков пульного мельхиора до толщины 40 мм, которые затем перевозились для дальнейшей обработки в латунный завод. Впоследствии была введена горячая прокатка этого сплава, до 12 мм. В краснодельном заводе производилась и горячая прокатка листов мунцевой латуни.

В состав проволочного завода входили корпуса красной меди и сплавов. В корпусе красной меди на проволочно-прокатном стане производилась прокатка медных поясков различных размеров для артиллерийских снарядов различного калибра. Это продукция занимала главное место в программе проволочного завода. На этом же стане изготовлялась из вайербарсов катанка (диаметром 6 мм) медной проволоки, которая в дальнейшем поступала на волочильные станки. Готовая медная проволока отправлялась главным образом кабельному заводу для изготовления разнообразных кабелей и проводников, а также и по заказам посторонних потребителей.



Кольчугинский завод, 1923 год. Изготовление труб на гидравлическом прессе Дика [21].

В корпусе сплавов в то время гидропрессов Дика еще не было. Горячая прокатка мунцевой латуни для «палок» и прутков осуществлялась на прокатном стане, а дальнейшая обработка производилась на цепных станах. Проволока латунная, бронзовая, мельхиоровая и некоторых других сплавов изготавливалась из кругов, которые поставлял латунный завод. В корпусе сплавов эти круги на специальных ножницах разре-

зались по спирали, начиная с края, на узкую полосу прямоугольного сечения, которая поступала на волочильные станы и с промежуточными отжигами доводилась до окончательного диаметра.

В состав «зеленой отливной» входили старая «зеленая отливная», расположенная на средней площадке в непосредственном соседстве с латунным заводом (летом 1921 года она была полностью уничтожена пожаром) и новая «зеленая отливная», находившаяся на верхней площадке на одном уровне с проволочным заводом. Построено это здание было, по-видимому, одновременно с корпусами проволочного завода еще до моего прибытия, то есть до 1916 года.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Плавка латуни и других сплавов для латунного и проволочного заводов производилась в графитовых тиглях, нагреваемых в горнах, которые отапливались нефтяными форсунками. Разливали расплавленный металл в чугунные изложницы. Выемка тиглей из горнов и разливка металла производилась вручную с помощью ручных подъемных механизмов. Это была горячая и очень физически тяжелая работа, усугублявшаяся еще и тем, что воздух, несмотря на вентиляцию, был отравлен парами цинка и загрязнен «дымом» окиси цинка, хотя рабочие-литейщики и получали спецпитание (молоко).



Заливка латуни в чугунные изложницы (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Старая «зеленая отливная» поставляла свою продукцию латунному заводу. Такое соседство было очень удобным, так как значительно облегчалась транспортировка больших масс металла: как из отливной в латунный, так и обратно из латунного в отливную большого количества обрезков, часть которых прессовалась в пакеты на гидравлических прессах, находившихся в помещении между латунным и отливной.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Новая «зеленая отливная» работала частично. Плавка сплавов производилась в ней также в графитовых тиглях, нагреваемых в горнах. Свою продукцию она поставляла корпусу сплавов проволочного завода, находившемуся вблизи, на той же самой верхней площадке.

Плавка и разливка меди в изложницы для краснодельного завода производилась в «красной отливной», расположенной на средней площадке, на одном уровне с краснодельным (меднопрокатным) заводом. Исходным сырьем служила штыковая медь, получаемая с медеплавильных заводов Урала (Нижний Тагил, Кыштым). Штыковая медь плавилась в пламенной печи, имевшей ванну. По расплавлению меди производилось ее «раскисление», то есть освобождение от кислорода, который при плавке связывался с медью и в виде ее окислов растворялся во всей расплавленной массе. Для удаления кислорода, являвшегося вредной примесью, и производилось «раскисление» меди, так называемое «дразнение», состоявшее в том, что в ванне расплавленная медь перемешивалась длинными деревянными сырыми тесками, при этом происходило восстановление меди из ее окислов, сопровождаемое бурным выделением газов и водяных паров.



Инженеры Кольчугинского завода, 1917 год. В первом ряду, второй справа - В.А. Буталов. Во втором ряду, третий слева - Г.Г. Музалевский, четвертый слева - предположительно К.П. Левитский (фото из архива ВИЛСа по состоянию на 2017 год).

Разливка меди по изложницам производилась вручную специальными черпаками. Она требовала большого мастерства, сноровки, быстроты выполнения и затрат большого физического труда. Осуществлялась она одновременно многими

рабочими-литейщиками.

Латунный завод.

И вот я переступаю порог латунного завода, в котором мне суждено было проработать, с двухлетним перерывом, почти семь лет.

Три с половиной года я работал при инженере-металлурге Юрии Григорьевиче Музалевском - заведующим латунным заводом, а впоследствии - прокатными цехами. Он был моим коллегой по Политехническому институту и прибыл на завод несколько ранее меня. В то время ему было около 30 лет. Это был очень серьезный, малоразговорчивый человек. Он прекрасно знал производство, был очень инициативным инженером и хорошим администратором. В отношениях с подчиненными - служащими и рабочими - был требовательным, корректным и справедливым начальником, никогда не позволял себе грубого отношения с людьми.

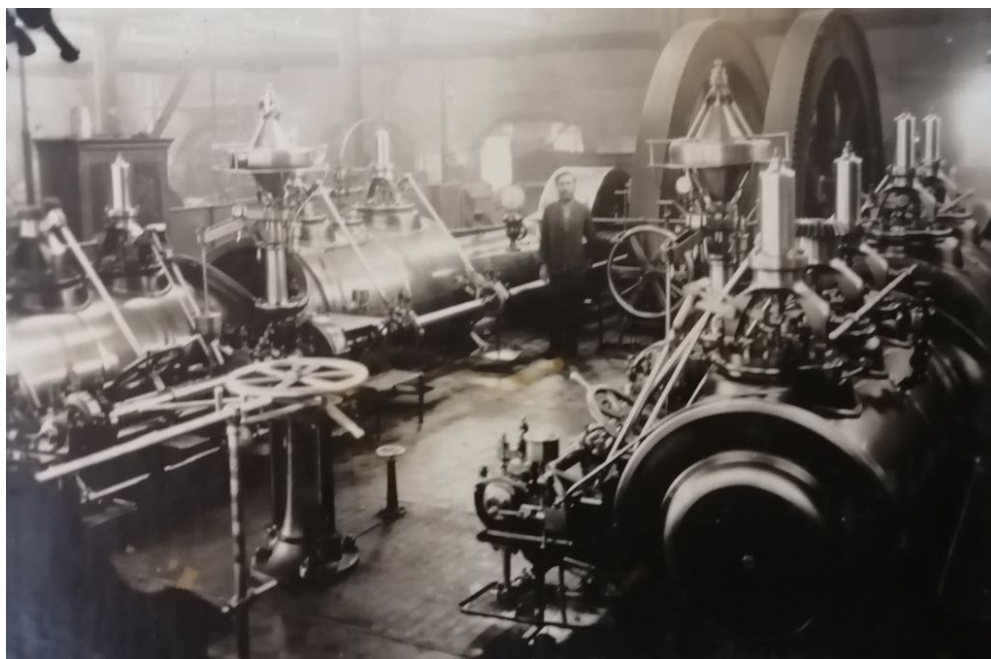
Юрий Григорьевич пользовался заслуженным большим уважением рабочих и служащих цеха, а также инженерно-технического персонала других цехов. Мои личные отношения с ним были всегда самыми лучшими и дружескими. Его уход с завода в мае 1922 года, вызванный острым конфликтом с заведующим отливным цехом инженером В.А. Буталовым на самом начальном этапе организации заводского производства дюралюминия для металлического самолетостроения, явился неожиданной большой потерей для завода и очень болезненно переживался мной.

В отношении приема рабочих в завод и их увольнения заведующий цехом пользовался полной самостоятельностью.

В цехе, я был оглушен сильным, просто непередаваемым адским шумом, который даже теперь, спустя 50 лет, не могу забыть. Это были грохот и стук прокатных станов, свист и скрежет лоботокарных станков и шабровочных машин, удары вырубного фрикционного пресса, и, главным образом, своеобразный, не прекращающийся ни на одно мгновение, многоголосый лязг металла. Пробыв в этом шуме рабочий день, я чувствовал себя первое время совершенно разбитым и больным. Потребовалось много дней для того, чтобы привыкнуть к этому шуму и не замечать его.

В большом помещении латунного завода, несмотря на естественную вентиляцию, осуществляющуюся через открытые люки в фонарях крыши, было жарко, душно и чадно. Оборудование латунного завода состояло из листопркатного стана, в состав которого входило 25 рабочих клетей Дуо, расположенных

частично в две линии. Стан приводился в движение паровой поршневой сдвоенной тандем-машиной с клапанным парораспределением мощностью 900 лошадиных сил фирмы Зульцер, имевшей тяжелый маховик из двух колес большого диаметра.

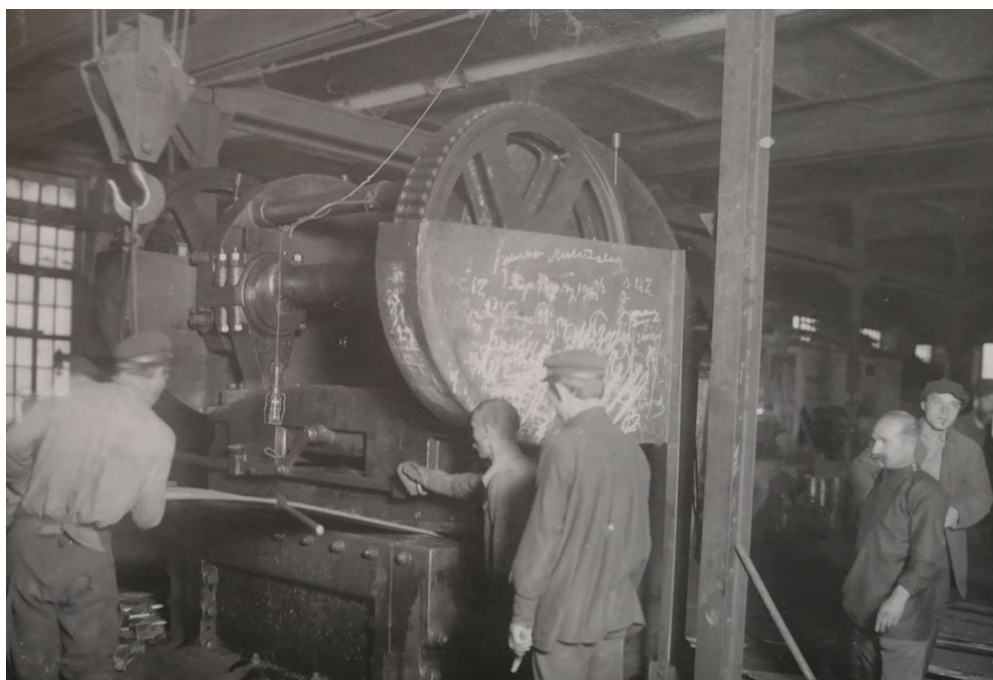


Латунный завод, паровая машина (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Инерция маховика была столь велика, что даже при одновременной задаче металла в валки всех клетей стана число оборотов машины почти не снижалось, а при остановке машины вращение на холостом ходу длилось около 5 минут. Вращательное движение вала паровой машины зубчатой передачей передавалось трансмиссионному валу, находившемуся в туннеле под полом. Диаметр этого вала изменялся по длине от 14 до 12 дюймов (от 355,6 мм до 304,8 мм). Как говорили, этот вал был изготовлен в США.

Валки клетей стана получали вращение от трансмиссионного вала через стальные шевронные шестерни, каждая из которых приводила в движение небольшую группу клетей. Часть клетей имела верхний валок с принудительным

движением от шестеренной клетки, у других клеток верхний валок не имел принудительного вращения.



Лагунный завод, резка листов латуни на мерные части (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

В среднем пролете здания, через весь цех по его длине проходили трансмиссионные валы, установленные на кронштейнах, закрепленных в верхней части опорных колонн, и приводимые во вращение электромоторами. От этих трансмиссионных валов посредством ременных передач получали движение гильотинные ножницы разных размеров, циркулярные и круговые ножницы, прокладочные станки, правилки, вырубной фрикционный пресс. В цехе имелись также лоботокарные станки и шабровочные машины, на которых путем снятия стружки с поверхности удалялись поверхностные пороки в виде плен, пузырей и т.п. Для прокатки лент латуни и других сплавов предназначались пять лентопрокатных реверсивных станков Дуо, имевших барабаны для сматывания и наматывания лент. Станки эти имели индивидуальные электромоторы. Приобретены они были у фирмы Аугуст Шмитц и установлены еще в бытность заведующим латунным

заводом А.В. Ушакова. Для шлифовки валков и режущих шайб циркулярных ножниц имелись шлифовальные станки.

В первом пролете здания, в котором находились клетки прокатного стана, был установлен ручной мостовой кран, он служил для ремонтных работ и смены прокатных валков.

В третьем пролете здания латунного завода почти по всей его длине, находились отжигательные печи числом, если мне не изменяет память, свыше тридцати. Они были размещены группами по 5-6 печей. Отопление печей осуществлялось посредством нефтяных форсунок с паровым дутьем. На нескольких печах было воздушное дутье от вентиляторов. Одно время часть отжигательных печей отапливалась генераторным газом, поступавшим из дровяных генераторов вне здания.

Загрузка металла в печь и выгрузка из печей отожженного металла производилась с помощью электролебедок. Для этих работ применялись специальные четырехколесные тележки. На них укладывался поддон - железный лист, на который складывался металл. Тележка с металлом подвозилась к печи и с помощью крючьев к ней закреплялась. Затем стальным стержнем, приводимым в движение электролебедкой, поддон с металлом задвигался в рабочее пространство печи.

При выгрузке раскаленного отожженного металла тележки закреплялись к печам, после чего листы с металлом электролебедкой вытягивались из печей на тележки, которые отвозились в сторону для охлаждения. Полосы патронной латуни и пульного мельхиора отжигались в специальных стальных ящиках, имевших поддон и верхнюю крышку. Место соединения крышки с поддоном тщательно обмазывалось огнеупорной глиной. Отжиг в закрытых ящиках предохранял от окисления поверхность металла. Для удаления образовавшихся при отжиге окислов производилось протравливание отожженного металла в так называвшейся «отравной», находившейся в том же здании, что и отжигальные печи. В этом отделении находилось четыре травильных бака, углубленных в землю так, что верхний край баков был на уровне пола. Травильной средой служил слабый водный раствор серной кислоты комнатной температуры. Впоследствии этот раствор нагревался паром до высокой температуры, почти до кипения. Загрузка в баки и выгрузка из них специальных решеток с металлом производилась с помощью мостового крана.

В пристрое к зданию латунного завода, построенном при А.В. Ушакове,

была размещена так называемая «разборная», в которой производились обмер, сортировка и технический контроль готовых изделий латунного завода. Впоследствии в пристрое была построена муфельная печь с водяным затвором и движущейся через муфель бесконечной цепью системы «Бете и Пирдт». Печи этой системы применялись в проволочном заводе. После произведенных нами опытов отжига в них полос пильного мельхиора было решено построить ее в латунном заводе. В дальнейшем эта печь вполне оправдала себя. В пристрое впоследствии была построена печь для отжига рулонов капсюльной латуни и латунных лент, а также были размещены баки травильного отделения.

Как ранее уже упоминалось, внутрицеховые перевозки больших масс металла по различным направлениям осуществлялись при помощи трехколесных тележек, передвигаемых двумя рабочими по чугунным плитам, которыми сплошь был устлан пол латунного завода.

В кабинете заведующего латунным заводом непрерывно круглосуточно производились обязательные по техническим условиям механические испытания образцов патронной латуни, пильного мельхиора и капсюльной латуни, взятых от готовых изделий, а также и на промежуточных стадиях обработки. Эти испытания производились на разрывном прессе Амслера-Лаффона.

Десять часов в дыму и чаду

Из общего количества рабочих (свыше шести тысяч человек) на латунном заводе, работавшем круглосуточно в две смены, трудились около тысячи, в основном мужчины. На относительно легких работах (подручные вальцовщиков прогладочных станков, в травильном отделении, в «разборной») заняты были женщины.

Продолжительность рабочего дня в смене 10 часов с часовым обеденным



Разрывной пресс Амслера (фото Романа Гусарова, руководителя интернет-портала AVIA*RU Network) **предназначен для испытания образцов труб на растяжение, раздачу, сплющивание и на изгиб плоских образцов.**

перерывом. На отжигательных печах, которые по характеру своей работы не могли быть остановлены, и где труд был особенно тяжелым, рабочие трудились по особому скользящему графику.

Вальцовщиками прокатного стана и прогладочных станков, то есть на той работе, которая требовала высокой квалификации, большого опыта и дисциплинированности, состояли рабочие, имевшие большой практический опыт. Большинство из них было пожилого возраста и даже старики, некоторые из которых работали на заводе с его основания. Многих из них я хорошо помню по внешности, но фамилии позабыл. С глубоким уважением к этим людям, так беззаветно трудившимся, я вспоминаю о них.



Казармы для рабочих Кольчугинского завода 1897-1904 годов постройки [18].

электрических фонарей верхнего общего освещения едва мерцал. Этот густой дымовой «туман» держался всю ночь и даже утром в понедельник был еще слегка заметен сизый дым и чувствовался запах нефти.

И в таком дыму и чаду работали люди и дышали им, передвигали тележки с металлом. Причина возникновения такого дымового «тумана» состояла в том, что печи работали с перерывом, останавливались на воскресенье и полностью охлаждались, что вызывало необходимость каждую неделю их вновь разжигать. Частые остановки печей и, как следствие этого, разрушение кирпичной кладки от резких перемен температуры, требовали частого ремонта печей с длительной остановкой. Результатом этого было снижение производительности печного отделения, большие затраты на текущий капитальный ремонт, увеличение расхода

Рабочая неделя начиналась в воскресенье, когда в три часа пополудни приходили рабочие отжигательных печей и растапливали их. Ночная смена приходила к шести часам вечера, когда начиналась работа латунного и других заводов. В это время в помещении стоял столь густой белый дым и нефтяной чад от печей, что буквально в трех шагах ничего не было видно, а свет ближайших

топлива, и, что особенно важно, создание тяжелых антигигиенических условий работы всего цеха.

Впоследствии такой распорядок печей был изменен. Еще при заведующем Ю.Г. Музалевском нами было принято решение о переводе отжигательных печей на непрерывную работу, при которой каждая печь работала до тех пор, когда наступала необходимость ее остановки на ремонт. Такой новый распорядок устранил вышеприведенные недостатки в работе печей.



Один из домов, построенных для инженеров и административного персонала завода, около 1904 года [18].

Рабочая неделя во всех цехах и отделах завода (кроме электростанций) полностью заканчивалась в 12 часов дня в субботу. При этом в латунном оставались только рабочие на отжигательных печах, которые заканчивали отжиг ранее загруженного в печи металла и производили его выгрузку из печей. После остановки латунного завода к работе по ремонту оборудования приступала бригада слесарей.

Техника с опасностью

Прокатка слитков латуни весом около 52 килограммов производилась в холодном состоянии с промежуточными отжигами. При этом каждая клеть стана была специально предназначена для определенных работ, то есть на ней прокатывались вполне определенные сорта латуни и других сплавов и во вполне определенных стадиях обработки.

Общее движение обрабатываемого металла происходило «петлеобразно», то есть от прокатного стана к печам и от печей к стану в направлении от входа в цех к «разборной» и складу изделий. Однако из-за многообразия изделий по сплавам и размерам поток металла был сложным и запутанным, что создавало большую тесноту. При обработке получалось большое количество отходов в виде обрезков и стружки. При этом иногда происходило смешение отходов латуни

различного химического состава.

В тот период в латунном заводе были введены некоторые улучшения в работе цеха, сводившиеся к увеличению производительности, борьбе с браком изделий и повышению их качества. К ним относятся перевод работы отжигальных печей на непрерывную безостановочную работу, оснащение всех печей термоэлектрическими пирометрами, организация непрерывного термонадзора за отжигом металла, изменение технологии обработки пульного мельхиора (обточка



слитков вместо обточки плит после горячей прокатки, горячая прокатка пульного мельхиора до толщины 12 мм вместо 40 мм), переход на протравливание латуни в горячем растворе серной кислоты, отжиг пульного мельхиора в муфельной печи системы «Бетси Пирдт» и другие мероприятия.

Рабочее место управляющего Кольчугинского завода (фото А.Б. Бондарева сделано в музее АО «Электрокабель» Кольчугинский завод).

В цехе постоянно проводилась исследовательская работа, для чего постоянно запускались опытные партии металла, проходившие по всем операциям под особым наблюдением и контролем с точными записями в сопроводительных протоколах.

В отношении техники безопасности работ латунный завод того времени не находился на должной высоте и поэтому неоднократно происходили несчастные случаи, особенно с молодыми недостаточно опытными рабочими (ушибы при падении металла, порезы на ножницах и др.)

Припоминается особенно тяжелый случай, имевший смертельный исход. Двое молодых рабочих подвозили на трехколесной тележке решетку с загруженными в ней полосами латуни, подлежащими протравливанию. В то время в травильных баках раствор серной кислоты нагревался паром почти до кипения. Края углубленного в землю бака находились на одном уровне с чугунными плитами

пола. Баки не были ограждены.

У самого края бака при подвозке тележки ее ручка оторвалась от тележки, а везший ее рабочий, не видевший грозящей опасности, потерял равновесие и упал в бак. Этот тяжелейший случай повлек за собой привлечение к судебной ответственности помощника директора по производству А.В. Ушакова за непринятие мер по технике безопасности.

Закрытие предприятия

Шла тяжелая война. Из действующей армии приходили вести о поражениях, колоссальных потерях людей, о страданиях в окопах, недостатках в вооружении, ползли слухи об измене. Внутри страны нарастало сильное недовольство, железнодорожный транспорт расстроился, снабжение продовольствием ухудшалось с каждым днем.

Наступил 1917 год. Завод продолжал работать полным ходом, напрягая все свои силы для выполнения производственной программы. Директором завода в это время был Николай Николаевич Вашков, в феврале сменивший Н.А. Степанова.

Николай Николаевич Вашков [23], директор завода в 1917-1919 годы. В 1897 году окончил Московское высшее техническое училище (ныне Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана). В вузе был одним из организаторов (вместе с Вацлавом Воровским) марксистского кружка самообразования студентов-техников. Профессиональный революционер, активно занимался социал-демократической пропагандой, неоднократно арестовывался. В 1905 году Николай Вашков стал помощником Л. Б. Красина по заведованию турбинной электростанцией в Орехово-Зуеве, позже, сменив его в этой должности, работал здесь до ухода на создание электростанции для московского трамвая. Участвовал в разработке плана ГО-ЭЛРО, работал в секции энергетики Госплана СССР, в 1926-1930 годах - заместитель Председателя Госплана СССР [24].



Когда до завода дошли вести о Великой Октябрьской революции и о переходе государственной власти в руки Советов, это вызвало большую радость рабочих. После утверждения Советской власти работа на заводе по-прежнему

продолжалась до апреля 1918 года, когда по распоряжению Правления Товарищества заводов Кольчугина предприятие было закрыто. В этот период в цехах заметно упала трудовая дисциплина, но не было каких-либо резких столкновений с административно-техническим персоналом.

Почти ежедневно по окончании работы дневной смены в Народном доме проходили собрания рабочих, затягивающиеся до глубокой ночи. Порой эти собрания были очень бурными. На них выступало много ораторов как из среды рабочих и служащих, так и приезжих. Постоянным участником этих собраний был заведующий краснодельным (меднопрокатным) заводом инженер-металлург Евгений Григорьевич Деречей. Его очень уважали рабочие, он был постоянно избираем в президиум собраний и часто выступал на них.

Весной 1918 года снабжение продовольствием, предметами первой необходимости и промышленными товарами работающих на заводе резко ухудшилось, а впереди маячил призрак голода.

При закрытии завода рабочие, конторские служащие и молодые, несемейные инженеры были уволены. На заводе остались лишь заведующие цехами, среди них Ю.Г. Музалевский, и сторожа.

Уволенные инженеры, в числе которых был и я, разъехались в поисках работы. Но еще до закрытия завода из Кольчугина уехали В.А. Буталов (на Урал), Рукавишников и Болданов (в Сибирь), А. К. Ван-дер-Беллен (на Алтай). Переехал в Москву и Е.Г. Деречей, который вскоре поступил на работу во вновь организованное Правление завода после его национализации. Будучи в Москве Е.Г. Деречей прилагал много усилий к тому, чтобы вновь открыть завод и восстановить его нормальную работу.

На мирные рельсы

Производственная программа завода сравнительно с дореволюционной, значительно изменилась в связи с окончанием войны и переходом к мирному строительству, к залечиванию ран, причиненных народному хозяйству войнами и хозяйственной разрухой, к восстановлению промышленности и транспорта. В давяльном заводе возобновилось производство самоваров, а затем производство примусов. В этом деле большой вклад был внесен Александром Карловичем Цабелем и возглавляемым им коллективом давяльного завода. Это потребовало изменения программы прокатных цехов, поставщика медных и латунных кругов для давяльного завода. И хотя в программе прокатных цехов все еще оставалась большая доля по производству полосного мельхиора, а также лент капсульной

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

латуни, но значительно возрос выпуск листовой и ленточной латуни, латунных и других кругов для проволочного цеха, для восстанавливавшейся и развивавшейся промышленности и железнодорожного транспорта (топки и топочные части).

В кабельном цехе также увеличилось производство кабелей и различных проводников, а это повлияло и на программу проволочного цеха, поставщика медной проволоки кабельному цеху.

В тот же период в заводе возникло новое производство металлических сеток для нужд бумажной, мукомольной и других отраслей промышленности. Для этой цели была создана небольшая металлоткацкая мастерская при ремонтно-механическом отделе.

Организатором этого нового производства был Александр Алексеевич Киселев. Там же работал и техник Богородский. В этом деле принимал участие и заведующий металлографической лабораторией инженер Даниил Иванович Сучков. Впоследствии эта первая металлоткацкая мастерская была выделена в отдельный цех, для которого было построено новое большое здание.

Заведующий металлографической лабораторией Даниил Иванович Сучков (в центре) с сотрудниками (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).



Александр Карлович Цабель (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).



ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

На заводе, в основном в прокатных цехах, возникло и было организовано производство гладких и гофрированных листов, профилей и заклепок из дюралюминия («кольчугалюминия») для металлического самолетостроения, начатого сотрудником ЦАГИ инженером Андреем Николаевичем Туполевым и его группой в 1920-х годах.

В те первые после Октябрьской революции годы на Кольчугинском заводе было крайне тяжелое положение со снабжением продуктами питания. Летом 1918 года вследствие сильной засухи в местностях вблизи завода был большой неурожай на полях. В последующие ближайшие годы было также неблагоприятно с продовольствием. Хлеба было очень мало и работавшие на заводе получали крайне ограниченный хлебный паек. Соли было мало, сахара не было совсем. Хлеб заменяли картофелем, но и его было недостаточно. И вот в таких труднейших условиях шла работа в цехах завода. Она шла напряженно и бесперебойно.

Лишь с 1922 года положение со снабжением начало улучшаться и работающие стали получать хлебную муку, соль, селедку и некоторые другие продукты регулярно и в достаточном количестве.

На заводе был организован профсоюз рабочих металлистов, заводской комитет, уполномоченные которого имелись в каждом отделе завода, расценочно-конфликтная комиссия (РКК). При заводоуправлении было организовано тарифно-нормировочное бюро (ТНБ), занимавшееся разработкой норм выработки по всем операциям и расценкам. Все возникавшие в цехах конфликты между рабочими и администрацией в отношении оплаты за труд рассматривались в РКК, а всякие жалобы рабочих на действия администрации разбирались в заводском комитете. В случае нарушения рабочим трудовой дисциплины вопрос о взыскании решался администрацией совместно с заводским комитетом.

В цехах завода периодически происходили цеховые производственные совещания, на которых ставились доклады заведующих цехами и обсуждались различные производственные вопросы. Производственные совещания происходили также и в заводоуправлении.»

Г.Г. Музалевский на заводе в 1920-1921 годы

В 1920 году при возобновлении работы завода в первую очередь был пущен латунно-прокатный цех. Вскоре под руководство Г.Г. Музалевского были переданы также литейный и меднопрокатный цехи. Такое ответственное назначение означало, что дирекция завода высоко оценило знания и организаторские

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

способности молодого инженера.

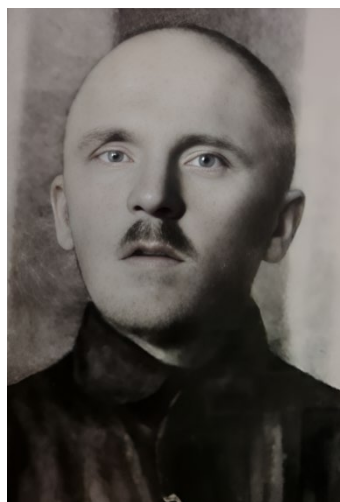
Работа проводилась в крайне тяжелых условиях при острой нехватке инженерных кадров. Успешная работа производственных цехов, руководимых Г.Г. Музалевским и возросший его авторитет на заводе, как дисциплинированного исполнителя государственных заданий, стали причиной того, что консервативная часть заводских инженеров, используя незначительный повод, объявила ему бойкот.

Но на сторону делового инженера, руководителя основных производственных цехов завода стала городская общественность. Ниже приводится письмо Г.Г. Музалевскому от 21 ноября 1921 года, подписанное председателем Кольчугинского районного отделения Всероссийского союза рабочих металлистов (ВСРМ) с выражением ему поддержки и глубочайшей благодарности за работу на благо Республики.

ИНЖЕНЕРУ ЮРИЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ МУЗАЛЕВСКОМУ, Заведующему Латунным и Меднопрокатным цехами Г.М.О. Завода в Кольчугине.

Президиум Кольчугинского Райкома Всероссийского союза рабочей молодежи (ВСРМ) в связи с постановлением секции инженеров, вынесенном на их собрании 15 ноября о Вашем бойкоте, со своей стороны считает по долгу совести в целях восстановления истины, дать свое заключение, как по существу вынесенного постановления, так и по оценке Вашей заводской работы с первых дней революции до настоящего времени.

Вынося постановление о бойкоте секция инженеров несомненно отнеслась с большим пристрастием к обсуждаемому вопросу, искусственно подвергнув его обсуждению, так как поданное Вами заявление, заключавшее не отказ от подписи, а лишь ряд вопросов председателю собрания старшего технического персонала Врию Управляющему Заводом товарищу Красненкову, на которое секция



Врию Управляющего Кольчугинским Заводом Иван Сергеевич Красненков (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

инженеров не могла, да и не

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

имела права давать ответы. Поставленный на обсуждение Ваш проступок, еще Вами не содеянный, так как ответа от председателя на Ваше заявление Вы не получили, дает право Президиуму Райкома считать это постановление за сведение личных счетов за весь период Вашей совместной заводской работы.

Глубоко понимая идею трудовой дисциплины, Вы за весь период своей заводской работы поддерживали полный контакт, как с Заводуправлением; так и с союзными профессиональными организациями в вопросах, касающихся государственных заданий, ставя на первый план интересы дела и не считаясь с мнением большинства лиц высшего технического персонала, которым была тяжела установившаяся трудовая дисциплина. Это выделяло Вас из среды инженеров и вызывало недоброжелательное к Вам отношение товарищей по секции. Оставаясь верным до конца, Вы в тяжелый момент смены Заводуправления не примкнули к большинству, чем окончательно восстановили против себя большинство членов секции, которые видели в этом поступке шаг, направленный против инженеров всей секции.

Переходя к оценке Вашей заводской работы Райком констатирует, что кроме чисто делового, серьезное отношение к делу в вопросах чести Завода по выполнению возложенных на него государственных заданий, Ваше постоянное стремление к усовершенствованию механизмов производства в целях сокращения затраты топлива и рабочей энергии, в интересах увеличения выпуска изделий и более широкого развития производства, что нами и было отмечено на заседании президиума и вынесено постановление о премировании Вас. В вопросах усовершенствования механизмов Вы не только участвовали сами, но и сумели заинтересовать и втянуть в это дело как своих непосредственных помощников, так и рабочих Вашего цеха.

Президиум Райкома приносит Вам глубочайшую благодарность за Вашу неустанную работу на благо Республики и выражает Вам свое товарищеское сочувствие и полную поддержку в Вашей плодотворной работе, отмечая Вас из среды всей секции инженеров, как ценного работника сильного духом и полного желанием плодотворной работы в деле восстановления нашей Государственной металлообрабатывающей промышленности.

Председатель РК ВСРМ

(подпись)

Секретарь

(подпись)

21 ноября 1921 г.

(архив Ф.И. Квасова)

Об этом периоде работы Г.Г. Музалевского известный металловед, доктор

технических наук С.М. Воронов отзывался так:

«Он не замкнулся на конторской работе, упорно с первых же шагов своей инженерной деятельности, изучал производство непосредственно на рабочих местах, в цехе, подготовив тем самым себя к решению ответственных задач, которые после Великой Октябрьской социалистической революции поставили партия и правительство перед нашей промышленностью. Воспитанник старой дореволюционной школы, он был чужд бюрократическим методам руководства и карьеризму, столь свойственным многим представителям инженерии царской России.

С первых дней революции он связал свою работу с борьбой рабочего класса за завоевание Великой Октябрьской социалистической революции. С первых же шагов Советской России он вступил на путь передовых организаторов и новаторов ее промышленности, неустанно работая над ее восстановлением и дальнейшим развитием» (архив Ф.И. Квасова).

УЧАСТИЕ Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО В СОЗДАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ

В начале 1920-х годов в СССР приобрел большую остроту вопрос о строительстве цельнометаллических самолетов. Перед металлургами были поставлены сложные задачи по разработке отечественных алюминиевых сплавов, технологии производства из них продукции: листов, прутков, профилей, труб, проволоки.

Начинать пришлось практически с нуля, хотя в дореволюционной России велись работы по производству полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. К этим материалам российскими промышленниками был проявлен большой интерес. Так в архивных фондах Акционерного общества меднопрокатного и трубного завода («бывшего Розенкранца») [25], переименованного в 1922 году в «Красный выборжец» [26], имеется документ 1902 года на французском языке «Описание нового сплава алюминия».

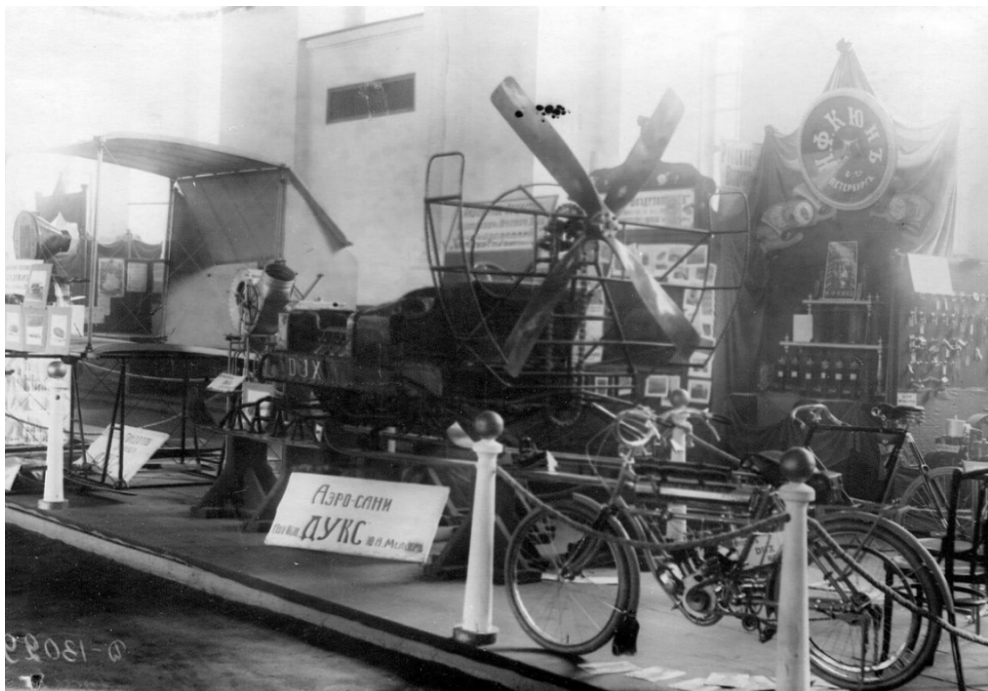


Вход на 1-ю Международную воздухоплавательную выставку в Санкт-Петербурге, 1911 год [33].

К разработке технологии производства изделий из дюралюмина отечественные металлурги приступили уже в 1910 году на патронном заводе в Санкт-Петербурге, где в лабораторных условиях начали проводить эксперименты по изготовлению листов и лент из этого сплава [21], состав которого был им стал известен из рекламы Дюренского завода в Германии.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В информационном пространстве по состоянию на декабрь 2025 года есть сведения, что на петербургской выставке дирижаблей 1910 года изобретатель дюралюмина Альфред Вильм получил Большую серебряную медаль за лучший материал для дирижаблей, а также Большую золотую медаль за «достижения в области военной техники» [27]. Однако, данных о выставке дирижаблей в 1910 году в Санкт-Петербурге найти не удалось. Есть только данные об отдельных запусках дирижаблей.



Продукция завода ДУКС, будущего Государственного авиационного завода №1 им. Авиачима, на 1-й Международной воздухоплавательной выставке [34].

Зато есть данные о Первой международной воздухоплавательной выставке, проходившей в Санкт-Петербурге в 1911 году с 10 по 27 апреля. Организатором выставки в Михайловском манеже выступило Русское техническое общество, активно способствовавшее развитию технологий и промышленности в России [28]. На выставке были представлены новейшие образцы авиационной продукции и материалы, среди которых рекламировался термически упрочняемый сплав дюралюмин [29]. Поэтому данные источника [27], скорее всего, имеют отношение к воздухоплавательной выставке 1911 года.

Это обстоятельство ускорило проведение работ на Санкт-петербургском

патронном заводе. Директор завода А.В. Ростовщиков и главный инженер А.П. Харинский разработали технологию литья, прокатки листов и лент, получив хо-



Александр Владимирович Ростовщиков с женой [30] - выпускник Артиллерийской академии, на Санкт-Петербургском патронном заводе проработал 27 лет, пройдя путь от мастера до директора завода [21].

рошие результаты [31]. На заводе изготавливали в небольших объемах гильзы из дюралюмина. Их испытали в полевых условиях в сравнении с латунными. Лучшие результаты показали гильзы из дюралюмина [32].

Работы с дюралюмином велись не только на патронном заводе. По данным профессора Ленинградского (Санкт-Петербургского) политехнического института Ю.В. Баймакова в 1912 году на заводе Акционерного общества меднопрокатного и трубного завода («бывшего Розенкранца»), переименованного в 1922 году в «Красный выборжец» были изготовлены листы из алюминиевого сплава №454. Предел прочности (40 кгс/мм^2) и относительное удлинение (10%) которого соответствовали характеристикам дюралюмина [35].

Первые успешные результаты в разработке и освоении технологии производства деформированных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов в 1914 году не получили продолжения. Началась Первая мировая война. К ее началу Россия по объемам промышленного производства отставала от США, Англии, Германии и Франции. Доля ее в совокупном промышленном производстве пяти вышеперечисленных держав составляла всего 4,2%. В общемировом производстве в 1913 г. доля России составляла 1,72%, доля США - 20, Англии - 18, Германии - 9, Франции - 7,2% (это все страны, имеющие население в 2-3 раза меньше, чем Россия) [36]. Для обеспечения воюющей армии все заводы были полностью переведены на выпуск военной продукции. Эксперименты с алюминиевыми сплавами были отложены на длительный срок.

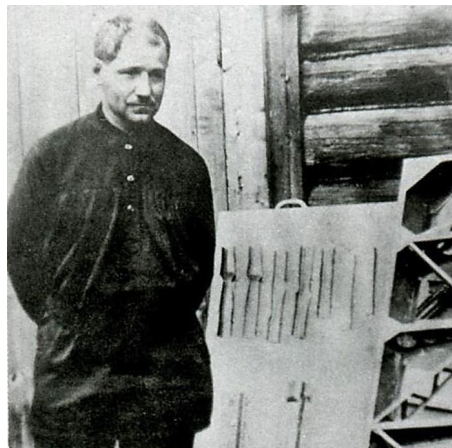
ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В небольшом количестве прокат из импортного алюминия, тем не менее, применялся в авиации. В 1917 году листы из алюминиевых сплавов были применены в конструкции биплана-бомбардировщика «Илья Муромец» [37].

Не смотря на тяжелейшие условия гражданской войны, начавшейся после революций 1917 года, 1 декабря 1918 года при прямом участии В.И. Ленина начал работать Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) [38]. Руководителем института стал его основатель и научный идеолог Жуковский.

Авиационный отдел новой организации возглавил А.Н. Туполев. Благодаря его настойчивости и энтузиазму отдел начал эффективно работать в области самолетостроения. Здесь изучались авиационные сплавы и защита их от коррозии, авиационные моторы, прочность авиационных конструкций, методика летных испытаний и многое другое. Особым направлением стало конструирование новых самолетов, в ближайшей перспективе - цельнометаллических [40].

Однако, создание цельнометаллических самолетов сдерживалось отсутствием необходимы металлических конструкционных материалов. К этому момент для создания самолетов использовались дерево, сталь всех сортов, медные и алюминиевые листы. Очевидными же преимуществами в самолетостроения обладали алюминиевые сплавы. Это доказал Хуго Юнкерс [41], построивший в 1915 года цельнометаллический самолет из стали J1 [42], оказавшийся слишком тяжелым и неповоротливым, неэкономичным, малогрузоподъемным. Юнкерс сделал вывод, что использовать для строительства самолетов надо



Андрей Николаевич Туполев, 1922 год [39].



Хуго Юнкерс, немецкий инженер, изобретатель, авиаконструктор [41].



Цельнометаллические самолеты Х. Юнкера: из стали - J 1 (вверху) и алюминия - J 7 [42, 43].

И.И. Сидорина, работавшего с 1920 года в должности постоянного члена Научно-технического комитета Военно-Воздушных сил РККА (НТК ВВС РККА) и одновременно преподававшего курс «Механические испытания и металловедение» в МВТУ им. Н.Э. Баумана.

Записка называлась: «К вопросу об организации русской алюминиевой промышленности» [44].

Она датирована 18 ноября 1921 года. В ней автор докладывал руководству Научно-технического комитета о свойствах алюминиевых сплавов и возможных путях их использования в советской авиации, особо отметив, что в Германии уже строились самолеты с применением дюралюмина. В заключении своего доклада он написал: «Русская авиация и воздухоплавательная промышленность в настоящее время ощущают острый недостаток в алюминии и полное отсутствие алюминиевых сплавов. Это безусловно вредно отражается на развитии русской техники. Доставка названных материалов из заграницы требует громадных расходов золота и может быть допущена лишь как временная мера. Эта мера возможна в отсутствии войны. Поэтому Республика должна спешно организовать свою алюминиевую промышленность. На первое время необходимо построить один завод для добычи чистого алюминия и один завод для производства алюминиевых сплавов».

сплавы на основе алюминия. Его первый самолет из алюминиевых сплавов J7 [43] поднялся в воздух в 1917 году. Это самолет приняли военные, и начался его серийное производство. Алюминиевые сплавы стали «крылатым металлом».

Это было понятно большинству работников авиационной промышленности. Наиболее активно в этом направлении стали действовать работник ЦАГИ А.Н. Туполев и инженер И.И. Сидорин.

Непосредственным толчком к началу работ послужила записка

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

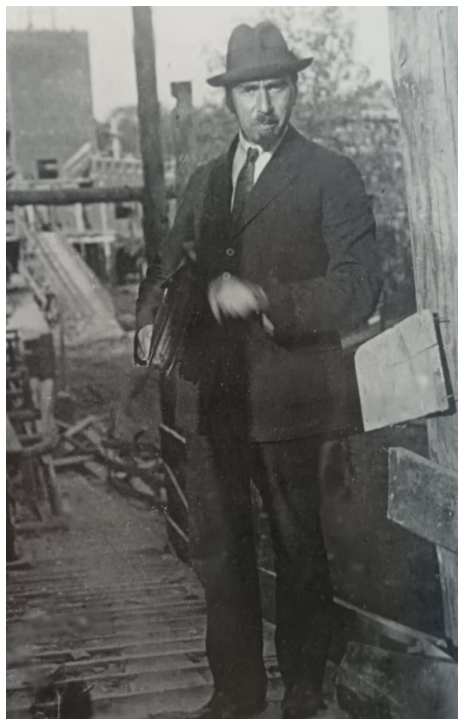
Самый вопрос об организации добычи алюминия и алюминиевых сплавов может быть решен следующим образом: при «Промвоенсовете» должна быть создана особая комиссия, в состав которой должны войти все лучшие специалисты по металлургии алюминия и которой должно быть поручено:

1. Точно наметить район постройки первого завода.
2. Организовать и провести геологическое, химическое и техническое обследование залежей алюминиевых руд в намеченном районе.
3. Организовать на одном из Русских государственных химических заводов (например, Чернореченском, Тентемвском, Казанском) систематические опыты в условиях заводской работы по установлению наилучшего способа получения алюминия из руд намеченного района.
4. Организовать на одном из государственных металлообрабатывающих заводов (например, Кольчугинском) систематические опыты по изготовлению, прокатке и волочению алюминиевых сплавов и, в первую очередь, дюралюмина [44].

Одновременно И.И. Сидорин подал в Главное управление военной промышленности (ГУВП) докладную записку: «К вопросу об организации русской алюминиевой промышленности», которую он составил на основе тщательного анализа и обобщения иностранной литературы и патентов по алюминиевым сплавам.

Из разрозненных литературных источников он отобрал самые существенные данные, характеризующие истинные физико-механические и эксплуатационные свойства алюминиевых сплавов, способы их получения и области применения.

Нередко в погоне за сенсацией одни иностранные авторы чрезмерно преувеличивали реальные свойства алюминиевых



Иван Иванович Сидорин на строительстве здания ЦАГИ, 1920-е годы [45].

сплавов, другие, основываясь на второстепенных, а нередко и умышленно искаженных или неполных данных лабораторий и фирм, производивших эти новые материалы, вносили своими публикациями много неточностей. «Изобретение алюминиевых сплавов, - писал инженер И.И. Сидорин, - открыло технике новые горизонты, что немедленно вызвало большое число патентов различных предприятий, многие из которых не оправдали возлагаемых на них надежд и они не нашли применения» [44].

В докладной записке подробно рассмотрены свойства и технологические характеристики двойных сплавов на основе алюминия, которые в то время находились в центре внимания зарубежных исследователей. Именно на эти сплавы делали свои ставки заинтересованные предприниматели и фирмы. Среди них сплавы систем алюминий-цинк, алюминий-магний, алюминий-медь, алюминий-кремний. По каждой системе сплавов И.И. Сидорин сделал попытку выявить данные, характеризующие истинные механические и физико-химические свойства, технологические параметры, связанные с их получением и обработкой. Из двойных алюминиевых сплавов им названы сплавы алюминия с цинком, магнием, медью и кремнием. «Остальные сплавы алюминия, - отметил И.И. Сидорин, — имеют малый практический интерес. Можно указать, что никель, хром, марганец, ванадий и молибден влияют на алюминий благотворно, но слабо повышают его механические свойства и сами по себе дороги» [44].

Резюмируя свои выводы о двойных алюминиевых сплавах, И.И. Сидорин подчеркнул наибольшую перспективность сплавов алюминия с медью. Эти сплавы несложно изготовить, они достаточно прочны, отличаются высокой коррозионной стойкостью (особенно к атмосферным воздействиям) и температурой плавления и, кроме того, сравнительно недорогие. Однако повышение прочности таких сплавов за счет увеличения содержания меди в них имеет пределы: медь сравнительно мало повышает механические свойства чистого алюминия. Для подтверждения этого автор записки приводит следующий пример. Заготовка из алюминиевого сплава (4% меди) толщиной 25 мм была прокатана в лист толщиной 1,5 мм. Предел прочности на растяжение этого сплава составил 18 кгс/мм² (176 МПа) (при удлинении 22%). Прокатанный в тех же условиях и при тех же параметрах чистый алюминий дал предел прочности на растяжение 11 кгс/мм² (108 МПа) (при удлинении 30%). Таким образом, прочностные свойства алюминиевого сплава оказались лишь на 70% выше по сравнению с чистым алюминием. Дальнейшее повышение прочностных характеристик сплава возможно

только путем введения в его состав третьего компонента. «К сожалению, научных трудов по исследованию тройных алюминиевых сплавов почти нет, - указывал И.И. Сидорин, - и многие вопросы в этой области представляют собой тайну владельцев зарубежных патентов». И верно, после раскрытия Вильмом состава дюралюмина изобретенный им сплав во всех странах стали пиратски использовать, а автор сплава, устав бороться с пиратским использованием своего изобретения, в 1919 году отказался от исследовательской работы и стал фермером.

Особое внимание И.И. Сидорин уделил дюралюмину как материалу, получившему за рубежом практическое применение в различных отраслях техники, в том числе авиационной. Он приводит состав этого сплава (3,5-5% меди, 0,5% магния, 0,5-0,8% марганца, остальное - алюминий), а также описал ставшие известными ему свойства дюралюмина: температура плавления (650°C), плотность ($2,77-2,84 \text{ г/см}^3$). Была отмечена удовлетворительная сопротивляемость сплава влиянию атмосферы, питьевой и морской воды, азотной и серной кислоты, ртути, высокая стойкость к соляной кислоте и щелочам, а также чрезвычайно высокая технологичность дюралюмина при механической обработке. Предел прочности дюралюмина: деформированного прокаткой (от 7 до 2 мм толщиной - $47,5-62,1 \text{ кгс/мм}^2$ ($465-608 \text{ МПа}$) при удлинении от 4 до 3%; ковального и прессованного - $35-40 \text{ кг/мм}^2$ ($343-392 \text{ МПа}$) при удлинении от 15 до 18%. Автор докладной записки обратил внимание на свойство дюралюмина облагораживаться, то есть повышать свою прочность и твердость после закалывания (эффект старения). «Ввиду того, что высокие механические свойства дюралюмина получаются им вследствие холодной обработки и облагораживания, для производства отливок этот металл почти не употребляется. Главное его применение в виде листов, пластин, угольников, швеллеров, прутков, проволоки, труб и разных других тянутых и кованых изделий, причем все эти материалы на заводе обязательно облагораживаются. Для обработки в горячем состоянии дюралюмин нагревается до $400-450^{\circ}\text{C}$. При этой температуре легко куется и прокатывается. После этой обработки должен быть обязательно закален» [44].

В заключение И.И. Сидорин поставил вопрос о необходимости организации на одном из металлообрабатывающих заводов страны - Кольчугинском или «Алексева, Вишнякова и Шамшина» - систематических опытов по изготовлению, прокатке и волочению алюминиевых сплавов, дюралюмина. «По-моему мнению, - отмечал он, - это единственный путь; по которому должна идти Русская военная промышленность» [44].



Здание завода «Алексеева, Вишнякова и Шампина» (в советские время - завод «Электропровод»), обладавшего к 1920-м годам современным, подходящим для производства алюминиевых сплавов оборудованием, и директор завода К.С. Алексеев, основавший Московский художественный театр (МХТ) под псевдонимом К.С. Станиславский [46, 47].

Свои предложения он конкретно подтвердил своим активным участием в освоении первого отечественного алюминиевого сплава на Кольчугинском медеобработывающем заводе. Обладая значительными знаниями в области металловедения легких сплавов, он оказал реальную помощь заводчанам в их опытных работах по освоению кольчугалюминия. Для этого он несколько раз приезжал на Кольчугинский завод, часто вместе с А.Н. Туполевым и его ближайшими помощниками по цельнометаллическому самолетостроению.

Здесь и произошло знакомство двух замечательных ученых - металловеда И.И. Сидорина и металлурга Г.Г. Музалевского, сыгравших решающую роль в становлении и развитии металлургии легких сплавов в СССР.

О том, как была разработана технология производства изделий кольчугалюминия вспоминали непосредственные участники событий К.С. Левитский и Д.И. Сучков. Не менее точно проанализировал процесс разработки технологии, пришедший на Кольчугинский завод в 1925 году С.С. Миронов.

К.С. Левитский [19, 23]:

«Кольчугалюминий. Кто его создатель?»

В меднопрокатном заводе старшим мастером был Иван Андреевич Балакин, а его помощником Симонов. Цеховым техником состоял Горохов. В тот период в этом заводе производилась горячая прокатка меди в листы для паровозных топков, которые изготовлялись в топочном отделе прокатных цехов, размещенном в здании 302.

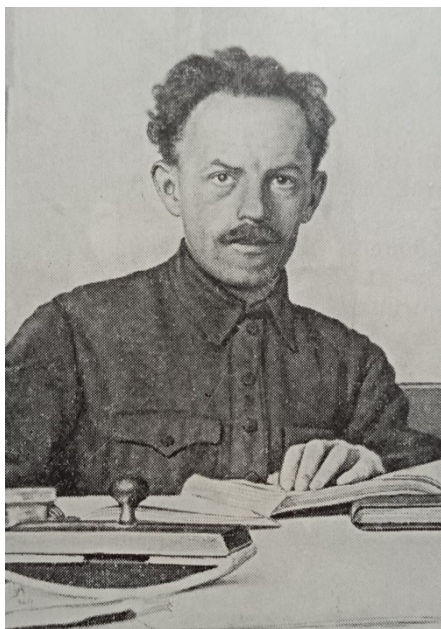
В меднопрокатном заводе производилась

только горячая прокатка слитков пульного мельхиора, который транспортировался в латунный завод для дальнейшей обработки, при этом часть пульного мельхиора возвращалась в меднопрокатный завод, где производились последние операции (прогладка, отжиг, сортировка).

В программу меднопрокатного завода входила прокатка листовой меди различной толщины, изготовление медных кругов для давилного завода, прокатка листового свинца, листов цинка, мунцевой латуни, а также с 1922 года горячая прокатка слитков дюралюмина («кольчугалюминия»), поступавшего на дальнейшую обработку в латунный завод.

Поскольку вопрос о начале заводского производства дюралюмина на Кольчугинском заводе ввиду той важной роли, которую этот сплав играл в создании и развитии отечественного металлического самолетостроения, представляет особый интерес и поскольку в этом вопросе, вследствие неверной информации, утвердилось представление о том, что создателем этого сплава и руководителем в организации заводского производства дюралюмина является якобы инженер В.А. Буталов, то мне, как непосредственному участнику в этом деле и свидетелю некоторых происшествий, бывших на первоначальном этапе организации этого дела, представляется необходимым осветить этот вопрос с исчерпывающей полнотой и внести в него определенную ясность.

Насколько припоминается мне, в конце зимы-начале весны 1922 года к нам в цеховой кабинет латунного завода несколько раз приходил заведующий отливными инженер В.А. Буталов и сообщал Ю.Г. Музалевскому и мне о том, что Правление «Госпромцветмет» получило задание на изготовление дюралюминиевых листов для плановых опытных работ ЦАГИ и что Правление, не веря тому, что завод сможет самостоятельно решить



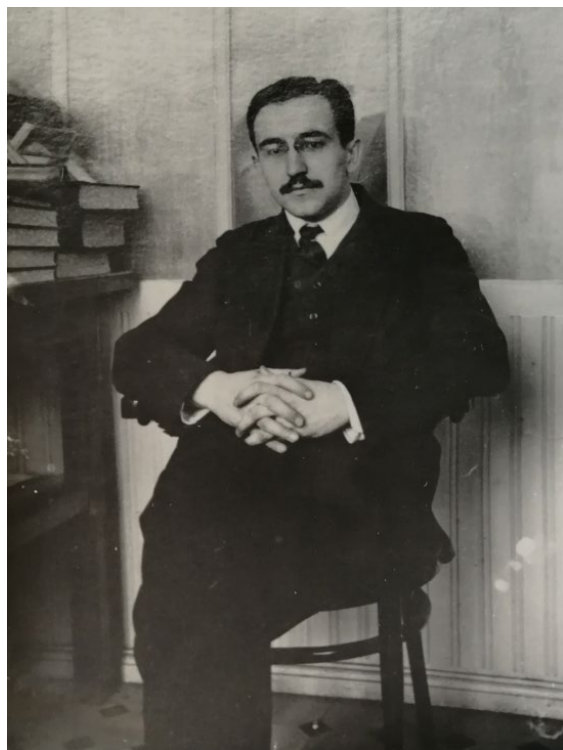
Владимир Александрович Буталов [21, с. 68].

задачу создания легкого алюминиевого сплава для металлического самолетостроения и организации его заводского производства намеревается пригласить для

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

этого постороннего специалиста, знакомого с этим производством, которого оно и разыскивает.

При этом Буталов говорил: «Мы - политехники-металлурги не должны допустить «призвания варягов» и должны решить эту задачу собственными силами». На это Ю.Г. Музалевский сказал, что мы-прокатчики со своей стороны приложим все наши усилия к тому, чтобы получить материал для опытных работ ЦАГИ, который по своим механическим качествам будет соответствовать заданным техническим условиям. Следует сказать только и о том, что тогда нам не



Евгений Григорьевич Деречей (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

было известно не только о технологии обработки дюралюмина, но и о его химическом составе, микроструктуре, механических качествах. Мы знали только то, что этот сплав изобретен в Германии, применяется для постройки самолетов и называется дюралюмином.

Однажды вечером мне пришлось быть на квартире у Ю.Г. Музалевского, пришел к нему и Е.Г. Деречей, который приехал из Москвы, где в то время он работал в Правлении «Госпромцветмет». Он рассказывал нам о дюралюмине, о его химическом составе, подчеркивая решающее значение присутствия в нем очень небольших количеств магния, о микроструктуре, о его способности закаливаться, о так называемом «старении», при котором механические качества (сопротивление раз-

рыву) в течение суток после закалки очень изменяются, причем значительно увеличивается сопротивление разрыву. Он указывал нам на то, каковы должны

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

быть температуры нагрева перед горячей прокаткой, при промежуточных отжигах и при окончательной закалке готовых изделий.

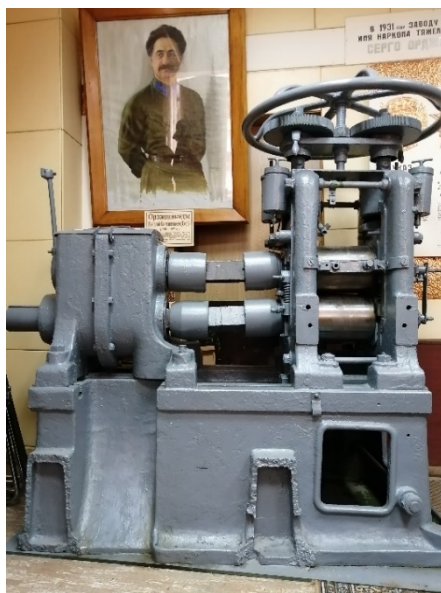
Эти его указания и послужили нам теми вехами и основой для разработки технологии прокатки и термической обработки дюралюмина. Вскоре после этого была начата первая опытная работа.

Под руководством инженера Буталова были отлиты слитки дюралюмина и доставлены в меднопрокатный завод, где они после нагрева в печи при «большом стане», оснащенной термоэлектрическими пирометрами, были прокатаны на нем в полосы толщиной 8 мм. При этом дюралюмин хорошо прокатывался, не давал трещин и не разваливался.

Эти полосы были переданы в латунный завод и после разрезки на части были в холодном состоянии прокатаны с промежуточными отжигами в листы толщиной 2 мм и 1 мм. Программа холодной прокатки была разработана Ю.Г. Музалевским совместно со старшим мастером К.А. Болотновым.

После окончания работ в дневной смене Юрий Григорьевич предложил мне отправиться с ним в лабораторию металлографии для закалки образцов дюралюмина. В лаборатории мы нагревали образцы в лабораторной электрической печи сопротивления, придерживаясь точного соблюдения температурного режима. После нагрева образцы были закалены в воде. После закалки часть образцов была испытана на разрыв, при этом механические качества закаленных

Прокатный стан в музее АО «Электрокабель» Кольчугинский завод. На этом стане весной 1922 года были прокатаны первые листы алюминиевого сплава, названного позже «кольчугалюминий» (фото А.Б. Бондарева сделано в музее АО «Электрокабель» Кольчугинский завод»).



образцов оказались почти такими же, что и до закалки. Другие образцы испытывались по истечении суток после закалки, в течение которых происходило так называемое «старение». Результаты этих первых механических испытаний сильно поразили нас и привели в восторг, ибо сопротивление разрыву и относительное удлинение превосходили заданные по техническим условиям.

Однако, это были все же лабораторные результаты, а нужно было получить хорошие результаты в цеховых условиях, что было не так просто. Отжигательные печи латунного завода хотя и были оснащены пирометрами, но не могли обеспечить точную равномерную температуру во всем рабочем пространстве печи, что для дюралюмина было безусловно необходимо, так как температура нагрева дюралюмина перед закалкой должна была быть в узких пределах от 500 до 520 градусов Цельсия и ни в коем случае не должна была выходить из этих пределов.

Для нагрева готовых листов дюралюминия была выбрана муфельная печь, предназначенная для отжига рулонов капсюльной латуни. Эта печь была оснащена несколькими пирометрами, имела во всем объеме рабочего пространства почти одинаковую температуру и была наиболее подходящей для нагрева перед закалкой. В этой печи после необходимой выдержки и были нагреты для закалки листы дюралюмина.

Результаты механических испытаний образцов, взятых от листов дюралюминия, закаленных в цеховых условиях, оказались также очень хорошими и вполне удовлетворяющими заданным по техническим условиям.

С результатами механических испытаний был ознакомлен и инженер В.А. Буталов. И было это в апреле 1922 года. Для доклада Правлению о результатах работы в Москву выехали вместе Ю.Г. Музалевский и В.А. Буталов. Ехали они в Москву в одном вагоне.

С нетерпением ждали мы, прокатчики, возвращения из Москвы Ю.Г. Музалевского. И вот, придя утром в наш цеховой кабинет, я встретил входящего Юрия Григорьевича. Поздоровавшись со мной, он рассказал мне о том, что на совещании в Правлении председатель совещания Н.А. Калмыков не дал слова для доклада ему, Музалевскому, предоставив его Буталову, который весь успех дела полученных высоких механических качеств дюралюминия полностью приписал себе. Юрий Григорьевич был крайне взволнован и возмущен таким неблагоприятным поступком Буталова. Возвращались они в Кольчугино уже в разных вагонах. Так была прервана начатая Юрием Григорьевичем совместная работа с

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

инженером Буталовым. Юрий Григорьевич Музалевский покинул Кольчугинский завод в мае 1922 года, поступив на бывший велосипедный завод «Дукс» в Москве, где строились деревянные самолеты, и где директором был Иван Михайлович Немцов, ранее состоявший директором Кольчугинского завода.



Лаборант испытывает образец кольчугалюминия (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

и его помощник Иван Федорович Сухорезов, а также техник металлографической лаборатории Иван Иванович Михайлов и лаборант Константин Васильевич Передельский.

Ю.Г. Музалевский продолжал успешно работать по производству дюралюминия на заводе «Дукс», затем и на других предприятиях. Как впоследствии нам на заводе стало известно, В.А. Буталов был награжден Правлением «Госпромцветмет» крупной денежной премией «за освоение производства дюралюминия».

Вместе с тем мне стало известно также и о том, что на совещании в Правлении Н.А. Калмыков умышленно не дал Ю.Г. Музалевскому слова для доклада, исходя исключительно из личной большой неприязни к нему, имевшей давно глубокие корни.

После ухода Ю.Г. Музалевского некоторое время мне пришлось выполнять обязанности заведующего прокатными цехами. Работа по производству дюралюминиевых листов продолжалась. В ней принимали участие старший мастер меднопрокатного завода Иван Андреевич Балакин, старший мастер латунного завода Кузьма Афанасьевич Болотнов

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В.А. Буталов заходил в прокатные цехи и знакомился с результатами испытаний. Иногда мы вызывали его в меднопрокатный цех на горячую прокатку дюралюминия, если при прокатке некоторые слитки разваливались.

Однажды Буталов сообщил, что он ввел в сплав небольшое количество никеля. На мой вопрос, зачем введен никель, сообщил, что это сделано в обход немецкого патента на производство дюралюминия, и что теперь этот сплав будет называться кольчугалюминием.

Вот так и был Буталовым создан «новый» сплав. Введение никеля совершенно не повлияло на разработанную ранее прокатными цехами программу прокатки, ни на температурный режим термической обработки, ни на конечные механические качества готовых изделий, так как кольчугалюминий, по сути дела, представлял собой дюралюминий, загрязненный небольшим количеством никеля, не улучшавшего и не ухудшавшего механических качеств сплава».

Даниил Иванович Сучков проработал на заводе более 20 лет. Начинал он инженером металлургической лаборатории и по отзывам современников был прирожденным исследователем. В 1937 году Даниил Иванович был назначен исполняющим обязанности заместителя директора завода. В то время он преподавал в техникуме предмет металлургические печи. В 1941 году Д.И. Сучков был эвакуирован в Балхаш. В 1942 году в Свердловском политехническом институте был открыт факультет обработки цветных металлов и Д.И. Сучков был рекомендован на преподавательскую работу. С 1942 года до ухода на пенсию в шестидесятых годах профессор Сучков преподавал в этом институте обработку цветных металлов. Воспоминания Д.И. Сучкова относятся к 1920-30 годам, периоду его деятельности на Кольчугинском заводе имени Г.К. Орджоникидзе [48]:

«Заводская лаборатория

В декабре 1920 года после участия в войнах 1914-1918 годов и 1918-1920



Даниил Иванович Сучков (фото представлено правнуком Д.И. Сучкова Н.Е. Сучковым).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

годов, я окончил срочный выпуск инженеров в Московском Высшем техническом училище по металлургической специальности на кафедре профессора А.М. Бочвара и был оставлен при его же кафедре для подготовки к научно-педагогической деятельности к защите диссертации на тему «Термическая обработка медно-цинковых сплавов».



Выставка продукции Кольчугинского завода, 1924 год (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Для изучения этого вопроса и сбора необходимых материалов для диссертации я решил устроиться на работу на завод. Планового распределения молодых специалистов тогда еще не было, и я после переговоров в Правлении «Центромеди» был направлен на Кольчугинский завод и 21 мая 1921 года вместе с Е.Г. Деречеем приехал в Кольчугино. Комендант завода И.В. Могилевский поместил меня в приезжем доме, где я жил до ноября месяца в небольшой комнате при непрерывной смене в ней остальных приезжающих и уезжающих командированных.

Скучное питание, которым располагал завод, с трудом позволяло удерживать небольшую часть рабочих, главным образом из ближайших деревень, связанных с сельским хозяйством, которые каждую не делю ездили домой и привозили с собой свою картошку и лепешки.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Ближайшие задачи требовали обязательного привлечения новых кадров. К осени дело со снабжением резко изменилось: работники завода, и в особенности ИТР, в виде сухого пайка стали получать муку, сахар, сливочное масло, селедку и прочее в таком количестве, что для одного все это было в избытке. В ноябре мне предоставили комнату в квартире технического директора А.В. Ушакова. Жить стало лучше, жить стало веселей.

По приезде на завод я был у технического директора А.В. Ушакова и у директора И.М. Немцова. Меня направили на работу в качестве инженера в металлургическую лабораторию. На следующий день я пошел туда.

По существу дела, вся заводская лаборатория состояла из двух отделов. Это химическая лаборатория, выполнявшая все химические анализы по производству. Начальником ее был старый инженер А.Э. Худынцев - человек с необычайной историей. Первую половину своей деятельности он был механиком флота. Выйдя на пенсию, сменил специальность, стал химиком-аналитиком и 20 лет проработал на Кольчугинском заводе. Я проникся уважением к А.Э. Худынцеву, когда позднее убедился в том, что старик держал твердую производственную дисциплину среди своих лаборантов, что он оборудовал свою лабораторию приборами, посудой на достаточно высоком уровне.



Д.И. Сучков (третий слева) со студентами-практикантами у прокатного стана на латуном заводе (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В довоенную пору он сумел обеспечить лабораторию такими большими запасами чистейших реактивов, что к нему нередко приезжали за дефицитными реактивами работники московских институтов. К этому следует дополнить, что перед уходом Худынцева на пенсию бывший тогда главным инженером завода К.А. Архиреев уговорил его издать книгу, в которой записать методики химических определений всех элементов, по которым проверялись заводские сплавы. И такая книга была написана и отпечатана.

Металлургическая лаборатория занимала небольшую площадь в Главной конторе рядом с химической. В лаборатории был прекрасный металлографический микроскоп фирмы Дюжардина с оптикой, позволяющей изучать визуально и фотографировать микроструктуру со степенями увеличения до 1200 раз, установка для механизированного изготовления микрошлифов, лабораторные электропечи, фотоаппараты, фотокабинет, пирометрическое оборудование.



Д.И. Сучков (первый слева) со студентами-практикантами в заводской металлографической лаборатории (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Сохранившийся в лаборатории металлографический журнал показывал, что работы с микроскопом начинались с 1914 года и касались главным образом

изучения микростроения латунных сплавов (патронной латуни), пульного мельхиора и других сплавов. Были следы исследований, проведенных с какими-то новыми сплавами, но описание их не сохранилось. Мне сказали, что эти записи были похищены в годы 1918-1920, когда эта лаборатория бездействовала и была закрыта. Как выяснилось, основателем лаборатории в 1914 году был Е.Г. Деречей, окончивший Петербургский политехнический институт.

Когда я прибыл на завод, лаборатория числилась под наблюдением помощника заведующего литейными заводами инженера М.Ф. Лукьянова. Заведующим литейными заводами был инженер А.П. Серебряков.

Я застал в лаборатории только ученика по изготовлению шлифов А.С. Ануфриева, впоследствии окончившего Кольчугинский техникум и работавшего до эвакуации в лаборатории, а позже на Балхаше. Техник лаборатории Н.И. Михайлов в это время был на южном курорте. Едва я успел ознакомиться с лабораторией, как был вызван к А.В. Ушакову, который по просьбе М.П. Уланова, заведовавшего техническим бюро (вернее, конструкторским бюро), направил меня к нему для проведения срочных металлургических расчетов по печам, при этом я не должен был порывать связи с лабораторией. Приходилось работать на двух должностях.

В это время в техническом бюро срочно заканчивалась разработка чертежей на постройку и оборудование так называемой новой газовой отливной. История этой газовой отливной была следующая. До революции все нагревательные (для нагрева слитков) и все печи для промежуточного и выходного отжига работали на мазуте, получаемом из Баку.

4 августа 1918 года Баку было оккупировано интервентами. Завод лишился снабжения мазутом. Создавалась угроза останова завода и прекращения производства основных полуфабрикатов для снабжения патронно-трубчатых заводов и их продукцией для фронта. Несколько лет назад группа пожигальных печей старого латунного цеха работала на древесно-угольном газе. Опыт на потребление генераторного газа на заводе был. Запасы древесного топлива были большие.

У инженера М.П. Уланова тогда возникла мысль о возможности замены мазутных горнов газогенераторными горнами. Для проверки применимости этого предложения у южной стены нового литейного корпуса были наспех устроены опытное горн и генератор. Пробная плавка подтвердила возможность плавить на газогенераторном горне даже мельхиор. Тогда и было решено строить новую, так

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

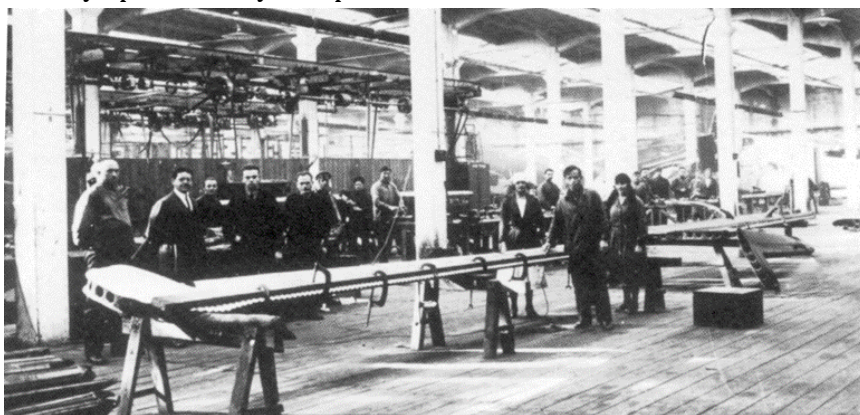
называемую газовую отливную с шестью двухместными горнами. К описываемому времени здание было построено. Котлованы для горнов рыли зимой 1921 года. Чертежи горнов были близки к окончанию. Дымовую трубу рассчитать было поручено мне.

В 1922 это здание было законсервировано, несколько лет оно не использовалось и в конце концов кладка горнов разобрана, дымовая труба разрушена и в здании разместилось тарное отделение строительного цеха.

Кольчугалюминий

Крупным событием на заводе было освоение отечественного производства материала для металлического самолетостроения дюралюминия (или как его называли кольчугалюминия).

Патент Вильма на производство первого сплава для металлического самолетостроения после приобретения его немецким заводом в Дюррене положил начало этому производству в Европе.



Сборочный цех фабрики «Юнкерса» в Филях. Изготовление крыла самолета «Юнкерс Г-1 (К-30)» [46]. В 1916 году в Филевскую пойму был эвакуирован автомобильный завод «Руссо-Балт» из Риги (Латвия). В 1918 года завод был национализирован и имел наименование «1-й броневой танко-автомобильный завод», в 1923 году - отдан в концессию фирме «Юнкерс», начавшей собирать на заводе самолеты собственной конструкции [47]. В 1927 году договор с фирмой Юнкерс был расторгнут, и Совет труда и обороны перевел часть цехов московского государственного завода № 5 «Самолет» в Филях, образовав Государственный авиационный завод № 7, в дальнейшем ставший заводом № 22 им. С.П. Горбунова, почти полностью эвакуированного в Казань осенью 1941 года. В декабре на площадке был образован завод № 23. Наименование предприятия в 2024 году ГК НПЦ им. М.В. Хруничева [49, 50].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В первой мировой войне 1914-1918 годов многочисленные немецкие металлические самолеты играли уже чрезвычайно важную роль сначала в немецкой, а затем и в армиях других воюющих стран. Дальнейшее расширение и усовершенствование самолетостроения во всех передовых странах мира по окончании войны стало быстро развиваться.

Под Москвой (в Филях) по договору с советским правительством фирма Юнкера построила специальные мастерские для изготовления металлических самолетов для СССР силами немецких рабочих и из немецких металлических материалов. Один из русских специалистов металлургов, побывавший в этих мастерских в 1922 году, мне рассказывал, что в этих мастерских трудно было получить от работавших там рабочих фирмы Юнкера какие-либо более или менее важные производственные данные. Когда он хотел узнать, каким составом они смазывают листы дюралюминия перед садкой их в печь для нагрева их под закалку, ему в этом было отказано. Это было секретом фирмы.



Семен Николаевич Ванков, фото до 1917 года [51].

Состав, о котором идет речь, обладал тем свойством, что он при достижении температуры нагреваемых листов, при которой их надо закалывать 500 градусов Цельсия, резко менял цвет и без всякого пирометра показывал момент необходимой заделки. Кроме того, расплата с фирмой требовала золотой валюты.

В это время главным инженером Главного Управления Госпромцветмета стал бывший генерал царской армии С.Н. Ванков. Во время войны он был председателем военно-промышленного комитета и считался инициатором организации производства стаканов из сталлистого чугуна. В Кольчугине в составе химической лаборатории в это время появился инженер-химик Л.С. Хавенсон, только что вернувшийся из Англии, где работал на заводе Вилкерса, в числе видов выпускаемой там продукции были

полуфабрикаты для металлического самолетостроения (из дюралюминия).

Зная о том, что инженер Хавенсон знаком с производством дюралюминия, С.Н. Ванков заключил с ним письменный договор, где было указано, что Хавенсон берется организовать производство дюрала в Кольчугине. Госпромцветмет за это обязуется уплатить ему 3000 рублей золотом. Позднее инженер Хавенсон показывал мне этот не получивший выполнения договор. Когда об этом договоре узнал заведующий «отливными заводами» инженер В.А. Буталов, он уверил С.Н. Ванкова, что сделает освоение дюрала без Хавенсона. Вернувшись после разговора с Ванковым в Кольчугино, Буталов пригласил к участию в работе по освоению дюрала заведующего «прокатными заводами» инженера Ю.Г. Музалевского, а тот в свою очередь пригласил участвовать в этой работе меня, так как я в это время был уже назначен его помощником по меднопрокатному цеху, и другого своего помощника по латунному цеху инженера К.П. Левитского.

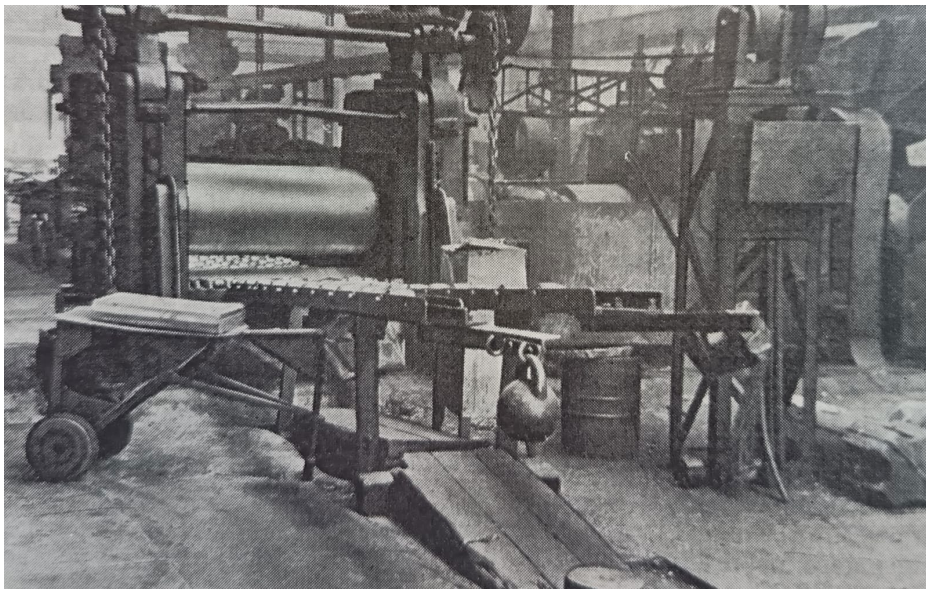
Роли наметили распределить так: В.А. Буталов взял на себя изготовление слитков, Ю.Г. Музалевский руководство всеми операциями по прокатке и изготовлению листов дюрала, Сучкову было поручено ответственное наблюдение за всеми операциями термической обработки (нагрев слитков перед их горячей прокаткой, контроль температуры при промежуточном отжиге, организация и руководство операциями по нагреву и закалке готовых листов). Инженер К.П. Левитский должен был организовать и проводить все испытания показателей механических свойств на всех стадиях производства листов, включая испытания готовых листов после их старения. К участию в этой работе были привлечены также мастера литейного цеха М.Г. Захаров, прокатных цехов К.А. Болотнов, И.Ф. Сухорезов и И.А. Балакин.

Состав дюралюмина мне был известен, я передал его В.А. Буталову. Это был печатный проспект Дюренского завода. Но абсолютно никаких данных по технологии этого производства не было.

На берегу речки Беленькой (или иначе Шайки) тогда еще жива была самая старая на заводе «литейка» с двумя устаревшими горнами для фасонного литья. В.А. Буталов организовал в ней изготовление слитков. Слитки толщиной 70 мм, шириной 500, длиной 800 мм, только что отлитые, на носилках рабочие быстро несли в меднопрокатный цех, где сейчас же мы пускали их в горячий прокат, стараясь придерживаться температуры 450 градусов, которую определяли термопарой - «щупой», или прикладывали к поверхности слитка сухую лучинку и пускали в валки слиток только тогда, когда лучинка начинала обугливаться до

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

коричневого цвета. Первые слитки разваливались или трескались при прокатке. Тогда Буталов перед разливкой стал вводить в расплав (тигель) влажный хлористый цинк, а позднее даже раствор хлористого цинка в воде.



Прокатный стан Дуо для горячей прокатки листов из кольчугалюминия на примере аналогичного стана Завода им. К.Е. Ворошилова [21, с. 126].

Чтобы не задерживать своевременную горячую прокатку пульного мельхиора на большом стане диаметром валков + 850 мм (длина валков - 3200 мм), на котором катали опытный дюраль, слитки дюраля мы стали складывать в цехе, а вечером загружать их в нагревательную печь у большого стана. За погрузкой их в печь и в первые ночи за нагревом их, а с утра за их прокаткой наблюдал лично я. Позднее за нагревом их ночью (по пирометрам) по моим указаниям наблюдал техник Климов. Горячая прокатка все время велась под моим наблюдением и по моим указаниям.

Горячая прокатка после нагрева в печи (с температурой в интервале 450-500 градусов различные участки площади большой печи нагревались неравномерно) стала давать более благоприятные результаты. Часть слитков, особенно тех, которые лежали на лучше обогреваемых участках пода печи, стали выдерживать прокатку без трещин. Так было нащупано благотворное влияние гомогенизирующего нагрева (отжига) слитков.

Горячий прокат дюраля толщиной 8 мм в виде полос разрезался на карты

и отправлялся для дальнейшей (холодной) прокатки в старый латунный цех. Там из него получали с помощью промежуточных прокатов и отжига при температуре 420-450 градусов Цельсия листы разной толщины. Окончательная (упрочняющая) термическая обработка готовых листов велась мною в меднопрокатном цехе сначала в так называемой «малой отравной печи», около которой стоял длинный бак с водой. Листы с тщательным наблюдением (по пирометру) нагревались до 500-510 градусов Цельсия и клещами быстро протягивались через воду в баке, где производилась закалка.

Закалку широких листов я приспособился вести в меднопрокатном цехе, нагревая их в широкой шестирядной печи Бете-Пирдон. Эту операцию я называл закалкой «на вожжах». К цепям печи я привязывал длинные концы двух проволок. Когда эти концы появлялись с другой стороны печи из-под козырька, к проволокам с приемной стороны привязывал (через отверстие в листах) сами листы. Листы, погружаясь в воду приемного бака, затягивались в печь. Когда они размещались на поду муфеля печи посередине, цепи останавливались, давали поддержку листу в реторте печи, после чего за передние концы проволоки быстро протаскивали лист через воду заднего бака закаливали. Через неделю подвергали их испытанию на разрыв. По истечении трех недель, то есть в конце июля 1922 года, стало ясно, что проблема производства листов отечественного дюралюминия разрешена. Полученные листы дюрала после упрочнения (старения) стали давать прочностные показатели, близкие к показателям немецкого дюрала.

Вскоре между главными участниками этих работ инженерами В.А. Буталовым и Ю.Г. Музалевским произошли крупные недоразумения. В.А. Буталов не захотел делить «честь и славу» освоения нового производства с другими участниками (коллективом) и очевидно заявил главному инженеру Госпромцветмета С.Н. Ванкову, что он один все это сделал. Ванков имел разговор с Музалевским, где в очень грубой форме (по рассказам Музалевского) заявил ему, что он напрасно пытается «примазаться» к этому делу, честь освоения производства дюрала принадлежит только Буталову.

Это привело к тому, что Ю.Г. Музалевский сейчас же ушел с завода и стал работать в Москве на заводе бывшем «Дукс». Там он организовал новое производство дюрала, ввел отливку листового дюрала в новые формы (слитки толщиной 45 мм), применил литье в наклонные изложницы и т.д. Производство дюрала на заводе бывшего «Дукса» и по качественным, и по технико-экономическим показателям быстро обогнало кольчугинское производство.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Следом за «Дуксом» и Кольчугинский завод стал вводить в это дело некоторые улучшения. В первую очередь ввел отливку в наклонные изложницы. Слитки В.А. Буталова толщиной 70 мм заменены слитками Музалевского толщиной 45 мм.

Приехавший на завод новый начальник прокатных цехов инженер П.С. Истомин построил в цехе новую печь для нагрева под закалку листов и лент дюрала с длинным водяным баком. Позднее для нагрева под закалку была установлена селитровая ванна.

П.С. Истомин, как начальник прокатного цеха, производством дюралюмина сам не стал заниматься и возложил все ответственное руководство по дюралюминию на помощника инженера К.П. Левитского.



Сергей Семенович Миронов, работник Кольчугинского завода в 1925 по 1937 годах, в последующие годы работал в должностях главного инженера Балхашского завода по обработке цветных металлов, директора института Гипроцветмет обработка [21, с. 115, 52]

После ухода его с завода (в Москву на завод «Металлам») некоторое время начальником прокатных цехов был горный инженер В.Г. Шиловский, совершенно с технологией обработки цветных металлов не знакомый, и производством дюралюминия в цехе продолжал заниматься К.П. Левитский.

Что касается руководства операций нагрева каждой партии, слитков дюрала и горячей прокатки их, то П.С. Истомин для этого приглашал меня. Таким образом, функции Левитского и мои по производству дюралюминия продолжались фактически до 1925 года.

Еще позднее, в период 1927-1933 годов производством листового дюрала занимался сначала как инженер прокатных цехов, а потом как начальник С.С. Миронов. В 1933 году это производство было передано новому заводу в Сетуни.

За период с 1922 по 1933 год металлическое самолетостроение в СССР, как говорят, «встало на ноги». Работники ЦАГИ во главе с

А.Н. Туполевым за этот период неоднократно бывали на заводе по вопросам дюрала. Ими даже была создана на заводе особая мастерская, где производилось

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

опытное изготовление различных деталей для самолетов. В 1958 году на юбилейном собрании завода в Верхней Салде я сделал доклад об освоении дюралевого производства в Кольчугине. И, как бывший активный участник организации дюралевого производства, получил памятный подарок в виде большой медной медали».

Свою оценку событий на заводе в 1922 году изложил в своих воспоминаниях С.С. Миронов, пришедший на завод в 1925 году [52]:

«Кольчугинский завод в борьбе за промышленную технологию производства полуфабрикатов из кольчугалюмина

На 1926 год Кольчугинский медеобрабатывающий завод получил от Авиатреста первые, большие по тому времени и ответственные заказы на поставку полуфабрикатов из кольчугалюминия для серийного производства металлических самолетов.

Пока завод не имел постоянных и ответственных заданий, пока не появился авторитетный и требовательный заказчик в лице Авиатреста, считалось, что дело с организацией отечественного производства дюралюмина в стране разрешено.

Еще в 1922 году Центральный Научно-Технический Совет ВСНХ в своей резолюции от 8.12.22г. и в письме на имя председателя ВСНХ тов. П.А. Богданова от 13.12.22г. отмечал, что «вопрос о получении в массовом масштабе у нас в России сплавов алюминия с медью, никелем, магнием и марганцем правильно решен» и что сплав кольчугалюминий не только не уступает по своим свойствам и механическим качествам германскому дюралюмину, но и во многих случаях его превосходит. ЦНТС указывает на «особые заслуги» перед русской техникой инженера В.А. Буталова и на ту его особую энергию, с которой он в весьма короткий срок провел свою работу и поставил производство кольчугалюминия.

Оценка, как видим, очень оптимистическая и, как будет показано далее, совершенно не соответствующая действительному положению ни по состоянию производства, ни по оценке роли В.А. Буталова. У автора настоящих строк нет намерения умалить роль В.А. Буталова в организации исследований по алюминиевым сплавам на Кольчугинском заводе. Но приписать ему одному честь освоения нового производства было бы, безусловно, неправильно.

Работала группа людей, из которых, по меньшей мере, на равных началах с Буталовым, если не на больших, необходимо указать на Ю.Г. Музалевского и

затем на вторых ролях на Д.И. Сучкова и К.П. Левитского. Это была хорошо работавшая группа, собственно говоря, и давшая все те результаты, которые присвоил В.А. Буталов. Своим неблаговидным поступком по отношению к товарищам по работе он вызвал распад эффективно работавшей группы, а в 1923 году и сам ушел с завода, оставив производство кольчугалюминия в самом зачаточном состоянии.

Объем производства кольчугалюминия в 1923 году составлял около 300 кг в месяц, качество продукции было низкое, по механическим свойствам удовлетворяло лишь 32,8 процента. Выход годного в среднем за три месяца составил 18,4 процента. При этом последняя цифра, по-видимому завышена. За апрель выход годного составил 34 процента, что при браке по механическим свойствам в 67,2 процента явно невозможно. Просто за апрель 1923 года, вероятно, не были полностью сданы отходы производства.

Оценка состояния производства полуфабрикатов из кольчугалюминия, данная Центральным научно-исследовательским Советом ВСНХ, не только для 1922-23 годов, но даже и для 1925 года, совершенно не соответствовала действительному положению ни по масштабам производства, ни по технико-экономическим показателям производства, ни по качеству продукции, а также ни по ее пригодности для зарождающегося металлического самолетостроения, являющегося хоть и молодой отраслью отечественного машиностроения, но отраслью очень ответственного назначения.

В связи с этим на все три завода, производившие в то время полуфабрикаты из кольчугалюминия, в том числе и Кольчугинский завод, выпала чрезвычайно ответственная задача выполнения заказов, выданных Авиатрестом на 1926 год»...

После прошедших испытания и получивших положительную оценку листов из кольчугалюминия, потребовались другие полуфабрикаты: проволока, профили, заклепки, гофрированные листы. Их изготовление было налажено в проволочном цехе, заведовал инженер И.С. Бабаджан. Профили производили сгибанием закаленных кольчугалюминиевых лент [21].

О названии советского дюралюмина. Название «кольчугалюминий» для сплава было придумано В.А. Буталовым. Он предложил называть так сплав на заседании Правления Госпромцветмета в апреле 1922 года. Так от имени завода, где была разработана технология, сплав получил это название. По решению Научно-технического Совета ВСНХ В.А. Буталовым было получено авторское

свидетельство на кольчугалюминий. В декабре 1922 году ему выплатили премию в сумме 3000 золотых рублей за «энергичную и ценную для Советской России работу по обработке кольчугалюминия» [53].

После ухода Г.Г. Музалевского из Кольчугинского завода в мае 1922 года В.А. Буталов считался там главным специалистом по кольчугалюминию, но сохранить уровень качества выпускаемой продукции после отъезда Георгия Григорьевича не смог, поэтому через год был вынужден покинуть завод, перейдя на Петроградский (Ленинградский) государственный медеобработывающий завод «Красный выборжец». Но и там не смог организовать производство качественной продукции из кольчугалюминия, поэтому вынужден был покинуть и его в 1926 году. В последующие годы В.А. Буталов уже не возвращался к алюминиевым сплавам. Он успешно трудился в области усовершенствования технологии фасонного литья из чугунов, в том числе в блокадном Ленинграде на заводе «Русский дизель» и Балтийском заводе им. С. Орджоникидзе, преподавал Ленинградском горном институте. В 1951 году вышла в свет его книга «Заменители дефицитных металлов и сплавов. В 1956 году он защитил кандидатскую диссертацию на эту тему. В.А. Буталов был награжден медалями «За оборону Ленинграда» и «За трудовую доблесть» [53].

Технология производства кольчугалюминия была передана осенью 1922 года именно на «Красный выборжец», так как он имел оборудование, аналогичное Кольчугинскому [53]. Кроме того, важным фактором стало то, что до Первой мировой войны там делали успешные попытки работать с алюминиевыми сплавами [35]. Таким образом, в 1922 году два головных промышленных предприятия страны развернули работы по изготовлению кольчугалюминия.

Говоря о трудностях освоения производства полуфабрикатов из кольчугалюминия И.И. Сидорин вспоминал: «Прокатка кольчугалюминиевых листов и лент была освоена инженером Г.Г. Музалевским как в горячем, так и в холодном состояниях. При этом ему пришлось пережить довольно много разнообразных трудностей» (архив Ф.И. Квасова).

В своей автобиографии Г.Г. Музалевский написал: «После месячной непрерывной работы по проведению опытов и по установлению методики горячей и холодной прокатки, термической обработки, лабораторных и заводских испытаний, когда стали получаться удовлетворительные результаты, я вынужден был подать заявление об уходе с завода, так как выяснилось, что инженер Буталов, представляя в Московском Правлении Госпромцветмета выдал нашу

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

совместную работу за свою собственную. Под давлением Технического директора Правления, бывшего акционера Кольчугинского завода, я вынужден был оставить Кольчугинский завод и перейти на завод им. Авиахима в Москве» (архив Ф.И. Квасова).

У Георгия Григорьевича не получилось паузы в работе. О том, что покидает Кольчугинский завод, он известил директора Московского государственного авиационного завода им. Авиахима (бывший «Дукс») И.М. Немцова, который хорошо знал Г.Г. Музалевского по недавней совместной работе в Кольчугино. И.М. Немцов немедленно пригласил работать в Москву для работы начальником прокатного цеха, предоставил семье Георгия Григорьевича трехкомнатную квартиру непосредственно на территории предприятия, тем самым ускорив подключение его к производственным делам и избавив от неизбежных потерь времени на ежедневные изнурительные поездки на городском транспорте.

На Московском авиационном заводе № 1 им. Авиахима полностью раскрылся талант Г.Г. Музалевского как ученого-металлурга и инженера-организатора крупномасштабного производства полуфабрикатов из легких сплавов. Уже через год, в 1923 году, он был назначен главным металлургом завода.



1925 год. Административно-инженерный состав Государственного авиационного завода №1 им. Авиахима. Г.Г. Музалевский (во втором ряду-второй справа), директор завода И.М. Немцов (в первом ряду-пятый справа), авиаконструктор Н.Н. Поликарпов (в первом ряду-третий справа) (фото из открытого доступа Яндекс. Картинки).

ПЕРВАЯ ПРОДУКЦИЯ ИЗ КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ: АЭРОСАНИ, АЭРОГЛИССЕРЫ, САМОЛЕТЫ

Разработка отечественной технологии производства дюралюмина-кольчугалюминия и организация производства изделий из него стали фундаментальным металлургическим прорывом и дали возможность советским авиаконструкторам начать масштабные работы по проектирования первых цельнометаллических самолетов. Но в первую очередь они были использованы авиаконструктором А.Н. Туполевым в конструкциях аэросаней и аэроглиссеров.

Аэросани

В конце первой четверти 21 века понятия «аэросани» и «аэроглиссеры» в устоявшуюся эпоху реактивных самолетов, вертолетов, космических кораблей, атомных ледоколов могут восприниматься как экзотические.

Однако, Россия велика. В Сибири и на Дальнем Востоке многие населенные пункты окружены глубокими снегами, кочковатыми льдами, болотами, которые не промерзают, естественными водными путями, заросшими сорняками.

Постоянно меняющиеся условия, с которыми круглогодично сталкивались и сталкиваются жители этих населенных пунктов, требовали разработки транспортного средства, способного передвигаться по разнообразным поверхностям на высокой скорости, чтобы доставлять почту, припасы и другие не обходимые грузы, а также перевозить гражданских

и военных пассажиров, оказывать неотложную медицинскую помощь и эвакуировать людей в больницы.

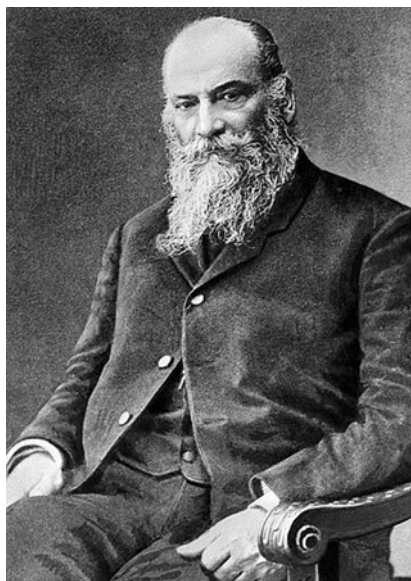


Аэросани «Дукс», управляемые владельцем и директором завода Юлием (Юлусом) Александровичем Меллером [55, 56].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В первой половине 20-ого века аэросани и аэрогиссеры по состоянию развития производства были передовой продукцией промышленных предприятий. Первым таким и единственным в Российской Империи стал завод «Дукс» - будущий Государственный завод №1 им. Авиахима. Здесь было налажено первое серийное производство аэросаней.

Первоначально они назывались «лыжные автомобили». Это были легкие деревянные санки с полозьями от обычных беговых лыж, оборудованные толкающим двухлопастным винтом и французским мотором De Dion-Bouton мощностью 3,5 л.с., гоняли по снегу со скоростью до 16 км/ч [54]. Следующая модель аэросаней завода «Дукс» была представлена покупателям на 1-ой международной выставке воздухоплавания весной 1911 года в Санкт-Петербурге (стр. 49). Эту продукцию вместе с самолетами завод «Дукс» производил до февраля 1917 года.



Николай Егорович Жуковский (1847-1921) - русский ученый-механик, основоположник гидро- и аэродинамики, организатор и основатель Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ) [58].

В 1918-м послереволюционном году только что образованное молодое государство обратилось к решению проблемам передвижения на обширных территориях страны. Первые задачи в этом направлении были поставлены Центральному аэрогидродинамическому институту (ЦАГИ). А в 1919 года была создана специальная комиссия по организации и постройки аэросаней (КОМПАС) [57]. Членами комиссии стали «Отец русской авиации» основатель, первый руководитель ЦАГИ, основоположник аэро- и гидродинамики Николай Егорович Жуковский [58]. В состав комиссии входили известные ученые и конструкторы: Н.Р. Риллинг (глава комиссии), А.Н. Туполев (заместитель), А. А. Архангельский, Д. К. Карельских, А. С. Кузин (специализировался на конструировании аэросаней), А. А. Микулин, Б. С. Стечкин, Е. А. Чудаков, А. В. Петляков и другие [57, 59].

Первая партия аэросаней (10 машин с деревянным корпусами и лыжами) была построена к началу сентября 1919 года. Они

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

весьма успешно использовались на фронтах гражданской войны, в частности, несколько машин конструкции Н.Р. Бриллинга и А.С. Кузина в марте 1921 года участвовали в ликвидации Кронштадтского мятежа. Экипаж аэросаней, первыми ворвавшихся в осажденный город, был награжден орденом Красного Знамени [59].

В 1922 году, как только были получены первые листы и другая продукция из кольчугалюминия возглавляемый А.Н. Туполевым отдел ЦАГИ немедленно приступил к проектированию и изготовлению аэросаней с корпусами и лыжами из этого алюминиевого сплава. Аэросани строили на месте производства листов, профилей для них - непосредственно на Кольчугинском заводе. Здесь же было налажено их серийное производство.

Первые аэросани для трех пассажиров АНТ-3 были спроектированы и построены очень быстро - за два месяца. В феврале 1923 года они были готовы к испытаниям [60].

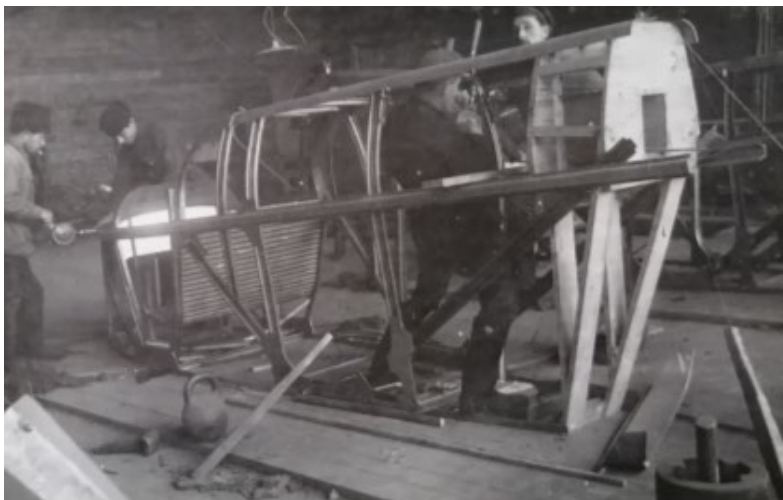


Кольчугинский завод. Место производства аэросаней и аэроглиссеров (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Первые аэросани решили испытать в пробеге Кольчугино-Москва. Мотористом был Н.И. Петров. Вот как запомнилась ему эта поездка: «Зима

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

1923 года была снежная. Ехать пришлось по целине. В поездке принимали участие В. М. Петляков и И.И. Погосский. За проводника с нами был техник с завода Н.В. Лысенко. При обгоне крестьянских обозов, лошади, да и сами крестьяне, впервые видя аэросани, пугались, заседая в сугробах. На заводе рабочие и инженеры очень были заинтересованы аэросанями. Мы их покатали, и они остались довольны». [61] После завершения успешного пробега началось серийное производство аэросаней АНТ-3.



Кольчугинский завод. Сборка корпуса аэросаней (вверху) и группа инженеров и рабочих на фоне готовых к установке лыж их алюминиевого сплава (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский



Аэросани АНТ-3 в первом испытательном пробеге Кольчугино-Москва, февраль 1923 года [61].

Следующая модель аэросаней увидела свет в следующем 1924 году. На этих аэросанях был осуществлен пробег аэросаней по маршруту Москва-Ленинград. Кольчугинские аэросани были в три раз легче, чем аналогичные деревянные, и развивали скорость до 35 км/час. Аэросани с четырехместной кабиной были настолько легкими, что три человека свободно могли их поднимать и нести на себе. Аэросани АНТ-4 участвовали в фильме о полярниках «Семеро смелых».



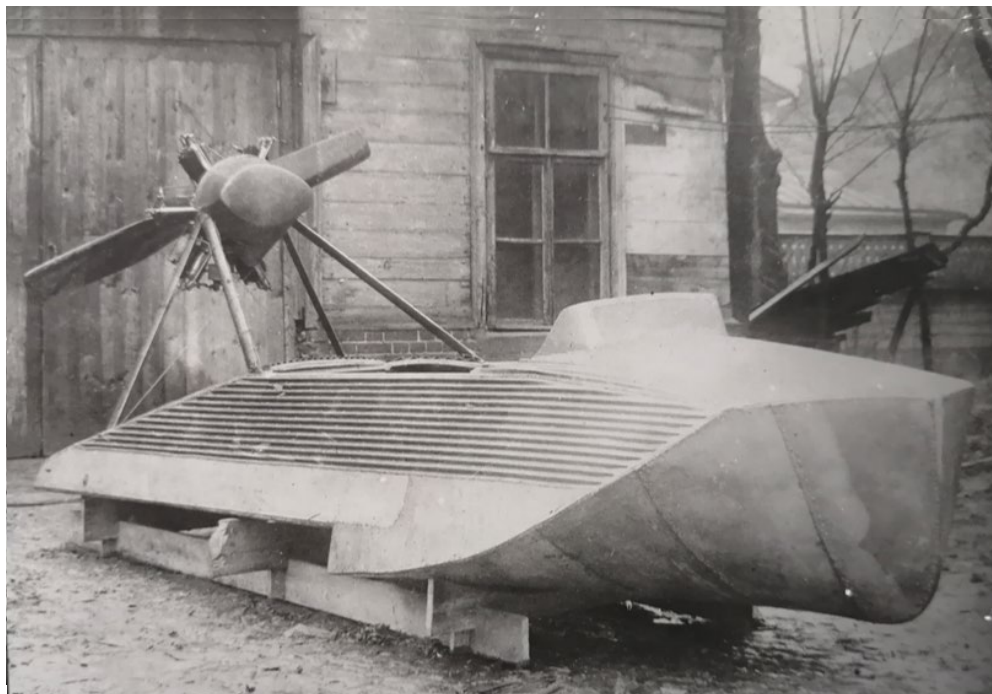
Аэросани АНТ-4 - участник успешного испытательного пробега Москва-Ленинград [62].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Главный пик производства и использования аэросаней пришелся на 1920-1940-е годы. В дальнейшем их выпуск стал существенно уменьшаться - появились конкуренты: гусеничная техника, вертолеты, позже снегоходы.

Аэроглиссеры

Тогда же в конструкторском отделе ЦАГИ был спроектирован и построен из кольчугалюминия аэроглиссер. Он оказался прочным, легким, имел осадку всего 7-8 см и развивал скорость до 45 км/час.



Аэроглиссер АНТ-2, построенный из кольчугалюминия (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Акkuratновой.

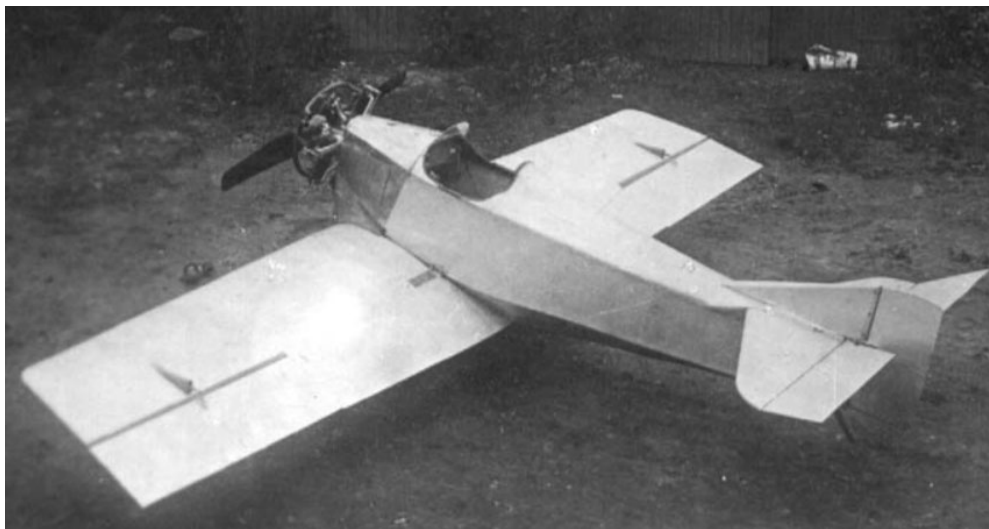
При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

Работы по созданию и изготовлению аэросаней и аэроглиссеров дали ученым ЦАГИ возможность опробовать разные варианты использования металлов для самолетостроения.

Самолеты

Одновременно с аэросанями и аэроглиссером команда А.Н. Туполева построила первый самолет АНТ-1, 60% конструкции которого были изготовлены из кольчуг алюминия. Он был успешно испытан 21 октября 1923

года [21, 63].



Самолет АНТ-1 в дворе мастерской на улице Радио (бывшая Вознесенская) [62].

Не дожидаясь завершения постройки будущего АНТ-1 Отдел самолетостроения ЦАГИ под руководством А.Н. Туполева в мае 1923 года начал проектировать полностью металлический самолет из кольчугалюминия. 28 мая 1924 года АНТ-2 был успешно испытан. С июня 1924 года новый самолет стал осуществлять пассажирские перевозки [63]. Из-за нехватки кольчугалюминия самолет не стали производить серийно, но при его постройке был получен бесценный опыт, который в дальнейшем отечественные авиастроители использовали при проектировании и создании следующих самолетов.

Большую статью о металлическом отечественном самолетостроении 15 июня 1924 года в газете «Правда» опубликовал член Комиссии по постройке металлических самолетов инженер-механик Г.А. Озеров [65]: «Успехи в строительстве первого советского цельнометаллического самолета неразрывно связаны с победой на дюралюминовом фронте благодаря Комиссии по постройке металлических самолетов. В результате был изучен материал, разработан сортамент на авиационные полуфабрикаты, установлены методы расчета, обеспечено массовое производственное исполнение заказов. Под руководством комиссии постоянно работало до 15 человек инженерного состава и 50-70 человек рабочих, «из которых 15-20 человек являлись переменным командиремым с

Кольчугинского завода персоналом в целях создания в будущем крепкой, выученной ячейки для развития массового производства на заводе. В настоящее время все поставленные перед Комиссией задачи в основных своих чертах можно считать разрешенными положительно. Имеется и свой сортамент профилей, работа которого изучена и экспериментально в лаборатории и практически в ряде опытных конструкций, методы расчета значительно упрочнены и при экспериментальной проверке дают весьма точное совпадение с опытными данными, выработаны и свои (в некоторых случаях отличные и более удачные, чем заграничные) производственные методы и прочее».



Оригинальный самолет АНТ-2 в музее Военно-Воздушных сил (поселок Монино, Московская область) [61].

Полет АНТ-2 сыграл важнейшую роль в развитии отечественного металлического самолетостроения. Стала расширяться отечественная база производства кольчугалюминия. Его производство на рубеже 1922-1923 годов было передано на завод «Красный выборжец» в Ленинграде. В начале 1923 года заработало производство полуфабрикатов из кольчугалюминия под руководством Г.Г. Музалевского на Государственном авиационном заводе № 1 им. Авиахима в Москве [21].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА КОЛЬЧУГАЛЮМИНИЯ НА ГОСУДАРСТВЕННОМ АВИАЦИОННОМ ЗАВОДЕ им. АВИАХИМа

Организация работ на заводе им. Авиахима и новый завод №34

Приступив к выполнению обязанностей начальника прокатного цеха Государственного авиационного завода №1 (с 1927 года - завода №1 им. Авиахима) Г.Г. Музалевский своей основной задачей считал продолжение работы по организации серийного производства дюралюмина. При этом он исходил из того что заводы Госпромцветмета, которые он хорошо знал, не в состоянии будут справляться с нормальной постановкой производства.

Действительно, дела на металлургических заводах Госпромцветмета в Кольчугино и в Ленинграде шли очень плохо: технология прокатки была не отработана и выходы годных листов были ничтожно малы. Большая часть проката (до 90%) браковалась. Металла хватало только на малосерийное производство аэросаней. Серийное производство же первого цельнометаллического самолета АНТ-2 наладить совсем не удалось. Он так остался построенным в единственном экземпляре.

Георгий Григорьевич энергично взялся за разработку устойчивой, научно-обоснованной технологии изготовления листов для самолетостроения.

В условиях небольших литейного и прокатного цехов завода он экспериментировал с химическим составом алюминиевых сплавов и вариантами их прокатки на листы и ленты. В своих поисках новых сплавов Г.Г. Музалевский встретил понимание и помощь со стороны директора завода И.М. Немцова и начальника производства С.М. Петрова. И в самом начале 1923 года были достигнуты первые положительные



Членский знак Авиахима, 1925-1927 годы [66]. Общество Авиахим было образовано 23 мая 1925 года путем слияния обществ ОДВФ (Общество друзей воздушного флота) и Доброхим (Общество друзей химической обороны и химической промышленности). К июню 1925 года общество насчитывало около 3 млн членов и свыше 30 тысяч первичных ячеек по всей стране [67].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

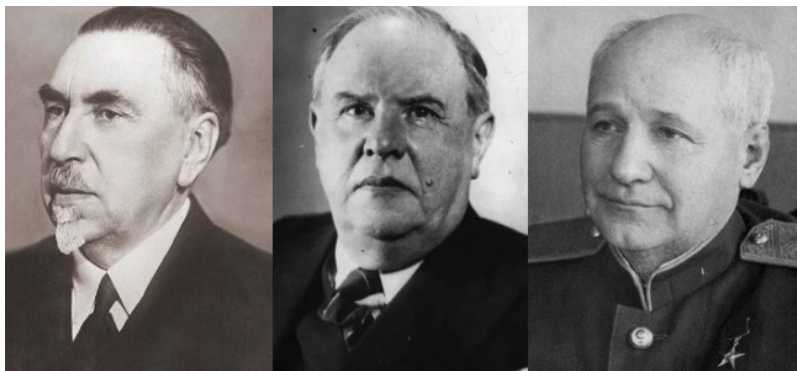
результаты по изготовлению нескольких небольших партий катаных листов. Авторитетные лабораторные испытания, проведенные в МВТУ под руководством И.И. Сидорина показали, что полученный алюминиевый сплав по своим свойствам не уступает заграничным сплавам и несколько превосходит кольчугалюминий.

Это обстоятельство свидетельствовало о том, что на заводе №1 им. Авиакима образовался второй в стране авиационный металлургический центр. И этот центр, только что состоявшийся, по результатам своей деятельности, сразу обошел центр в Кольчугино.

Тогда же Георгий Григорьевич был назначен главным металлургом завода. В этом качестве он стал решать многочисленные вопросы по применению всех материалов в конструкциях строящихся на заводе самолетов.

19 февраля 1923 года Г.Г. Музалевский доложил участникам второй дискуссии по цельнометаллическому самолетостроению об усилиях завода им. Авиакима в разработке и изготовлении отечественного дюралюмина - кольчугалюминия.

Среди присутствующих участников дискуссии от ЦАГИ были А.Н. Туполев, И.И. Сидорин и Г.А. Озеров.



Слева направо. Иван Иванович Сидорин (1888-1982) [21] - основоположник отечественного авиационного материаловедения, инициатор вместе с А.Н. Туполевым создания производства алюминиевых сплавов в СССР, один из главных основателей Всесоюзного института авиационных материалов (ВИАМ). Георгий Александрович Озеров (1889-1977) (фото из архива Ф.И. Квасова) - ученый-прочник, работал в ЦАГИ, затем ОКБ А.Н. Туполева, участвовал в разработке всех пассажирских самолетов А.Н. Туполева. Андрей Николаевич Туполев [40] (1888-1972) - выдающийся авиационный конструктор. Все фото послевоенные.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В своем выступлении он отметил, что в настоящее время очень обострился вопрос строительства металлических аэропланов. На авиационных заводах наблюдается сильное тяготение к замене деревянных частей металлическими. Г.Г. Музалевский продемонстрировал несколько видов заготовок из кальчуга-люминия, в том числе тонкие листы решетчатого лонжерона, проволоку, заклепки и другие. В заключении он сказал: «Все опыты дают полное основание для подхода к замене в самолете деревянных частей металлическими» (архив Ф.И. Квасова).



1925 год. В одном из цехов Государственного авиационного завода им. Авиакима. Директор завода И.М. Немцов (четвертый слева), конструктор самолетов Н.Н. Поликарпов (рядом с ним, справа), главный металлург завода Г.Г. Музалевский (третий справа) (фото из архива А.Б. Бондарева).

В 1923 году конструкторы авиационной техники, основываясь на достижениях советских металлургов, приступили к проектированию и строительству первых цельнометаллических самолетов.

Этому также способствовала директива председателя научного комитета Рабоче-Крестьянского Красного Воздушного Флота РСФСР от 28 ноября 1923 года, где указано на необходимость полной согласованности интересов всех организаций, занимающихся подготовкой к строительству цельнометаллических

самолетов [68].

В течение нескольких дней в январе 1924 года в Научном Комитете Рабоче-Крестьянского Воздушного Флота проходило расширенное совещание по разработке программы научно-исследовательских и организационных мероприятий, направленной на ускорение работ по конструированию опытных цельнометаллических самолетов и производству легких сплавов.



Иван Максимович Немцов (1879-) - профессиональный революционер, директор Кольчугинского меде-обработывающего завода (1920-1922), директор завода им. Авиахима (1922-1925) (фото сделано до 1917 года, предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

В обсуждение программы от ЦАГИ приняли участие А.Н. Туполев, Г.А. Озеров и И.И. Сидорин. От завода им. Авиахима директор И.М. Немцов и главный металлург Г.Г. Музалевский.

10 января 1924 года на указанном выше совещании в Научном Комитете РК ВФ было принято следующее постановление по вопросу строительства металлических самолетов:

1. Считать рациональным организацию производства металлических самолетов производить на двух заводах - «Дукс» и Кольчугинском.
2. В первую очередь предоставить заказ заводу «Дукс».
3. Считать необходимым одновременно с развитием металлических самолетов, строящихся на заводе «Дукс», оказать всякое содействие путем поддержки опытного строительства Кольчугинскому заводу, сохраняя квалифицированных работников по металлическому самолетостроению и продолжая развитие его оборудования [69].

Тем самым было положено летоисчисление начала строительства советских цельнометаллических самолетов из первого отечественного дюралюмина.

От имени коллектива завода им. Авиахима И.М. Немцов и Г.Г. Музалевский подтвердили возможность изготовления в небольших количествах дюралюминовые полуфабрикаты в термически обработанном состоянии. Они также высказали предложение о необходимости расширения металлургических цехов завода, создания научно-исследовательской

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

и контрольно-измерительной лабораторий.

А.Н. Туполев и И.И. Сидорин поддержали предложение об укреплении на заводе им. Авиахима контрольно-измерительной лаборатории, но возразили против развития горячих цехов на самолетостроительных заводах, настаивая на создании специальной металлургической базы для самолетостроения.

В то же время достижения коллектива металлургов завода им. Авиахима, которых возглавлял Г.Г. Музалевский, давали основания надеяться на то, что уже в ближайшие 2-3 года будет налажено серийное производство многих видов алюминиевого проката в системе предприятий авиационной промышленности. На проходившем совещании И.М. Немцов, ссылаясь на результаты исследования И.И. Сидорина, доказал преимущество проката завода им. Авиахима по сравнению с заготовками Кольчугинского завода [70]. Поэтому И.М. Немцов и Г.Г. Музалевский решительно выступили за немедленное расширение действующих горячих цехов на заводе им. Авиахима и реализовали свое предложение на практике.

После длительного обсуждения совещание приняло следующее постановление: «Массовое производство металлических самолетов следует вести из металла, изготовленного на металлургических заводах. Опытное строительство и подсобные работы признать полезными вести из металла собственного производства ограниченной мощности» [70].

В 1924 году Г.Г. Музалевский был командирован в Германию и Англию для покупки прокатного оборудования и контрольно-измерительной лаборатории [17]. По его рекомендациям необходимое оборудование было куплено и установлено на заводе.

Развивая производство кольчугалюминия Г.Г. Музалевский не только наладил изготовление в цехах завода им. Авиахима полуфабрикатов из него (листы, профили, трубы), но развернул работы по разработке новых алюминиевых сплавов и приступил освоению магниевых.



Георгий Григорьевич Музалевский, 1925 год (фото из архива А.Б. Бондарева).



1932 год. Директор завода № 34 Семен Михайлович Петров и главный металлург Георгий Григорьевич Музалевский на первомайской демонстрации (фото из архива А.Б. Бондарева).

Более того, на базе старых и новых металлургических цехов он с помощью И.М. Немцова, С.М. Петрова в 1931 году организовал самостоятельный завод по производству проката и фасонного литья из легких сплавов. Наркомат тяжелой промышленности присвоил первому металлургическому заводу в авиационной промышленности №34 [17, 71].

Так начали практически осуществляться пожелания первопроходцев металлического самолетостроения и зачинателей металлургии легких сплавов в Советском Союзе.

Этот завод стал предвестником многих предприятий аналогичного профиля в системе авиационной промышленности. Наиболее опытные кадры металлургов завод начал направлять на вновь создаваемые предприятия.

Создание серийной промышленной технологии производства кольчугалюминия

Большую помощь в освоении и разработке технологии производства кальчугалюминия оказало Общество друзей воздушного флота (ОДФ), возникшее в марте 1923 года. Им были выделены заводу средства на строительство специального здания, в котором разместили литейное и прокатное производство. В литейном цехе установили горны, а в прокатном оборудовании, переданное с Симбирского (в 1924 году город Симбирск был переименован в Ульяновск) и Подольского заводов. Одновременно с производственными цехами Г.Г. Музалевский организовал механическую и металлографическую лаборатории.

На заводе под его руководством была существенно усовершенствована технология литья слитков-заготовок для последующей прокатки на листы. Литье в вертикальные чугунные изложницы обуславливало захват струей металла газов, перемешивание его с окислами и неметаллическим включениями. Для снижения

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

влияния литейных дефектов, возникающих по этим причинам, Г.Г. Музалевский применил наклоненную под углом 45 градусов чугунную изложницу, одновременно уменьшив толщину получаемого слитка с 70 до 45 мм [48, 72], и скорость заливки металла в изложницу [73]. Для своего времени это было прогрессивное комплексное решение. Течение жидкого металла становилось более равномерным, уменьшился захват газовых и неметаллических включений. Из-за уменьшения толщины затвердевающего металла его структура в твердом состоянии стала более равномерной и плотной.

Для достижения требуемого химического состава слитка были усовершенствованы методы введения легирующих элементов в сплав. Об этих успехах Георгий Григорьевич информировал участников Второго всесоюзного совещания по цветным металлам, состоявшегося в марте-апреле 1927 года [72]. В его докладе было отмечена необходимость введения легирующих элементов меди и марганец не в чистом виде, так как они имеют значительно отличающиеся температуры плавления от алюминия. Он предложил вводить медь и марганец в виде условно легкоплавких сплавов (называемых также лигатурами): 50% алюминия-50% меди и 37-40% алюминия - 50-55% меди - 8-10% марганца.

Кроме того, им было отмечено о необходимости ограничения железа в сплаве из-за его вредного влияния на прокатываемость слитков.

Кроме того, Г.Г. Музалевский обратил внимание участников на необходимость соблюдения других параметров для получения качественного литья, именно:

- температуры плавки и литья;
- состава атмосферы плавильной печи;



Печь-вагранка (источник тепловой энергии: кокс или антрацит). В таких печах плавил цветные металлы, в том числе первый дюралюмин (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

- качества шихты;
- скорости литья (заливка в изложницу жидкого металла);
- температуры формы (чугунной изложницы).

Г.Г. Музалевский исследовал возможности различных способов ведения плавки дюралюмина: в коксовых горнах и вагранках, тигельных печах, индукционных печах, печах сопротивления. Он дал однозначную рекомендацию - самые лучшие условия плавки исследуемых сплавов можно получить в электрических печах сопротивления. В них наиболее точно можно регулировать температуру жидкого металла. В этих печах гарантировалась наиболее чистая атмосфера в рабочем пространстве, что уменьшало насыщение металла вредными газовыми примесями. Выигрывали эти печи и по количеству подряд совершенных плавков по сравнению с другими печами - не менее 500, по коэффициенту полезного действия, скорости плавки, равномерному распределению легирующих элементов в объеме жидкого металла, и наследственно - по сечению готового слитка [72].



Заливка жидкого металла в вертикальные изложницы (металлические формы), 1925 год (фото предоставлено куратором музея АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» И.В. Аккуратновой. При использовании фото ссылка на музей АО «Электрокабель» Кольчугинский завод» обязательна).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Выводы и рекомендации по выбору типа печей для плавки алюминиевых сплавов стали программой действия при проектировании и строительстве новых заводов авиационной металлургии: завода №34, завода №95 в Сетуни, завода №150 в Степино и других. От этого правила металлурги вынуждены были отступить во время Великой Отечественной войны, когда мощности по выработке электроэнергии оказались в зоне немецко-фашистской оккупации. В этих условиях заводам пришлось перейти на газовый нагрев печей плавления и миксеров.

Выводы Г.Г. Музалевского о необходимости применения электрических печей для плавки алюминиевых сплавов актуальны и на момент написания этих строк - в конце 1924 года.

Г.Г. Музалевским впервые было установлено вредное влияние окисных пленок на качество отлитого металла и конечный продукт [72].

Поглощение газов алюминием и его сплавами имело, согласно Г.Г. Музалевскому [72], большое влияние на качество получаемого литья и его дальнейшей обработки. Оно зависит от состава атмосферы и от температуры, при которой газы соприкасаются с алюминием. Георгий Григорьевич отмечал, что с повышением температуры растворимость газов в жидких металлах повышается. Таким образом, чем выше температура плавки алюминия и его сплавов, тем больше будет поглощаемость газов. Несмотря на затруднения в определении состава выделяющегося при нагреве газа, все же было установлено, что он изменялся в следующих пределах: 4-8% CO_2 (углекислый газ), 0- 7,5% CO (угарный газ), 1,0-24,5% CH_4 (метан); 55-81% H_2 (водород), 1,5-4,5% O_2 (кислород в составе окисных плен) и 5- 11% N_2 (азот).

Таким образом, факт сильного взаимодействия водорода с алюминием и его влияния на появление раковин в алюминиевом литье был установлен Г.Г. Музалевским уже к 1927 году.

Георгий Григорьевич установил оптимальный интервал температур 680-700°C для введения очищающих флюсов в жидкий расплав флюсов, позволяющих повысить чистоту металла [72].

Но получение хорошего слитка еще не гарантирует высокого качества готовой продукции. Необходимо было выяснить влияние внутреннего строения слитка на проявляемые свойства, а также влияние условий обработки сплавов на качество готовой продукции.

И на заводе ставились многочисленные опыты по механической и термической обработке сплавов, ибо, как указывал Г.Г. Музалевский, «дальнейшая

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

механическая и термическая обработка, помимо здорового сплава, требует особо внимательного отношения, так как при малейшей неправильности в постановке работы любой хороший сплав при прокатке дает рванины, трещины и другие пороки и при незначительном отступлении от норм термической обработки дает пониженные механические свойства» [73].

Установление оптимальных норм технологической обработки для каждого сплава - главное содержание опытных работ, проводившихся на заводе под руководством Г.Г. Музалевского. Разрабатывая оптимальные режимы прокатки и других видов обработки сплавов специалисты завода тем самым теоретически



обосновывали процессы пластической деформации, занявшие вскоре достойное место рядом с металлургией.

Наиболее употребимыми для горячей прокатки Г.Г. Музалевский рекомендовал [72] использовать двухвалковые станы Дуо (производительность до 2-х тонн в день) и трехвалковые станы Тριο при необходимости достижения большей производительности. Для нагрева под прокатку использовать печи с передвижением слитков специальным толкателем. Георгием Григорьевичем были установлены режимы нагрева слитков под прокатку в строгом интервале температур 450-480°С и режимы разового обжатия при прохождении прокатываемой заготовки через валки.

Савватий Михайлович Воронов [134] (1899-1953) - ученик Г.Г. Музалевского, выдающийся советский металлург, технолог, ученый.

Для проведения промежуточных отжигов прокатываемых заготовок и готовых листов требовалось соблюдение определенной температуры отжига по всей поверхности прокатываемой продукции в установленных пределах 360-390°С. Чтобы соблюсти данные условия Г.Г. Музалевский предложил использовать соляные ванны, получившие название «селитровые» по составу применяемых солей. Расплавленная соль состояла из 50-75% калийной селитры и 50-25% натровой селитры [72].

Продолжительность закалочного нагрева стали регулировать в зависимости от толщины изделия.

До исследований Г.Г. Музалевского старение дюралюмина после закалки

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

проводили естественным вылеживанием при температуре 20-30°С. Георгий Григорьевич провел ряд исследовательских работ, в результате которых естественное вылеживание было заменено нагревом при температурах в интервале 100-200°С, что значительно сокращало период выдерживания сплава после закалки [72]. Этот процесс был назван «искусственным старением».

Необходимо отметить, что вместе с Г.Г. Музалевским большой вклад в создание промышленной технологии производства изделий из дюралюмина внес С.М. Воронов.

Успешному применению сплава и полуфабрикатов из него в авиастроении во многом способствовало применение разработанного в апреле 1924 года Г.Г. Музалевским и Н.Г. Деречеем отечественного флюса для сварки алюминия и дюралюмина.

К концу 1920-х годов термин «кольчугалюминий» постепенно вышел из употребления был заменен термином «дюралюмин». Сплаву было присвоено обозначение Д1.

ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ САМОЛЕТЫ ИЗ ДЮРАЛЮМИНА Д1

Успехи коллектива завода №1 им. Авиахима, достигнутые под руководством Г.Г. Музалевского, его собственные научные исследования на всех этапах производственного процесса создали возможность А.Н. Туполеву и работникам возглавляемого им экспериментальному аэродинамическому отделу ЦАГИ развернуть работы широким фронтом по конструированию и строительству цельнометаллических самолетов из дюралюмина Д1. В период с 1924 по 1934 год и далее ими было спроектировано не менее 20-ти цельнометаллических самолетов различного назначения: АНТ-3 - АНТ-34 [74, 75]. Часть спроектированных самолетов так и остались проектами или построенными в единственном опытном экземпляре, но ряд проектов стали успешными, были претворены в жизнь и стали гордостью нашей страны. Эти самолеты производили серийно, а на некоторых самолетах, построенных в одном или нескольких экземплярах, были установлены выдающиеся мировые авиационные рекорды.

АНТ-3

Это был первый серийный отечественный цельнометаллический самолет. Задание на проектирование и постройку АНТ-3 было выдано в начале 1924 года; уже в апреле проект был готов. Опытный образец выпустили в июле 1925 года [76]. Самолет получил имя «Пролетарий». Было построено около 100 самолетов [75].



Самолет АНТ-3 «Пролетарий» летчика Михаила Громова в аэропорте Девау (вторая половина 1920-х годов, Восточная Пруссия, Германия - с 1945 года аэропорт города Калининграда, Калининградская область, СССР, Россия) [77].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

С декабря 1925 года на московском заводе №25 строили несколько самолетов для перелетов в Европу, предполагавшихся в 1926 году, и головной образец для серии на московском государственном заводе №5 в Филях.

На АНТ-3 «Пролетарий» Громов вместе с бортмехаником Е.В. Радзевичем с 30 августа по 2 сентября 1926 года выполнили круговой перелет Москва-Берлин-Париж-Вена-Прага-Варшава-Москва. Этот маршрут имел протяженность 7150 км. Перелет выполнен за 34 ч 15 мин. летного времени. В 1927 году на самолете с названием «Наш ответ» (сокращение от «Наш ответ Чемберлену») летчик С.А. Шестаков с бортмехаником Д.В. Фуфаевым выполнили перелет Москва-Сарапул Омск-Новосибирск-Красноярск-Иркутск-Чита-Благовещенск-Спасск-Наньян-Окаяма-Токио-Москва. За 153 часа они пролетели более 20 тысяч километров. Перелеты продемонстрировали успехи самолетостроения и мастерство советских летчиков в мире [78].

Самолет АНТ-3 использовался как [79]:

- самолет-разведчик;
- легкий бомбардировщик;
- в боевых действиях в Средней Азии против басмачей;
- для почтовых перевозок.

АНТ-4 (ТБ-1)+АНТ-7 (вариант)

Первый в мире серийный двухмоторный цельнометаллический бомбардировщик [80]. Самолет был разработан за 9 месяцев и построен в 1925 году из кольчугалюминия (дюралюмина Д1). Всего было построено 212 летательных аппаратов [75].

Конструкция самолета ферменная с гофрированной обшивкой из кольчугалюминия, в особо нагруженных местах применялась сталь. Планер самолета состоял из отдельных агрегатов, что облегчало производство, ремонт и транспортировку [79]. Длина самолета была 18.012 метров, а размах крыльев - 28.7 метров [81].

Вооружение состояло из трех спаренных установок с 7,62 пулеметами, стоящих на турелях. Бомбы подвешивались внутри фюзеляжа на кассетных держателях, снаружи - на 6-сти балках. Общий вес бомбовой нагрузки достигал 1030 кг. В состав экипажа входило семь человек: два летчика (главный и второй), бомбардир, борттехник и три стрелка (передний стрелок-наблюдатель, средний стрелок и задний стрелок) [81].

На вооружении Военно-воздушных сил (ВВС) Рабоче-крестьянской

Красной армии (РККА) состоял до 1936 года. Ему было присвоено обозначение ТБ-1 (Тяжелый бомбардировщик-1).



Сверху - вниз: ТБ-1 из состава ВВС РККА, 1932 год. Торпедоносец ТБ-1П (поплавковый) ВВС Балтфлота с торпедой ТАН-12. ТБ-1, переименованный в Г-1 (грузовой - первый) Управления Полярной авиации. Яркая оранжевая окраска с синими декоративными элементами облегчала поиск машин, совершивших вынужденные посадки [82].

ТБ-1 участвовал в спасении экипажа ледокола «Челюскин»: летчик А.В. Ляпидевский вывез со льдины первую партию челюскинцев. В 1937 году летчик Ф.Б. Фарих совершил перелет по маршруту: Москва-Казань-Свердловск-Иркутск-Анадырь-мыс Уэлен-Архангельск-Москва.

Два серийных АНТ-4 «Страна Советов» без вооружения были использованы для рекордного перелета Москва-Дальний Восток-Тихий океан-Нью-

Йорк. Исторический для СССР перелет начался 8 августа 1929 года. В перелете, совершенным одним самолетом, было пройдено 21242 км пути за 137 летних часов. От Хабаровска до Сиэтла (почти 800 км) самолет летел над океаном [81].



Самолет «Страна Советов» (АНТ-4) во время рекордного перелета над территорией США [83].

ТБ-1 положили начало отечественной военно-транспортной авиации. Обладая большой грузоподъемностью и дальностью, они обслуживали войска во время боевых действий у реки Халхин-Гол и у озера Хасан. Самолет также эксплуатировался как воздушно-десантный. На этих машинах отрабатывалось десантирование боевой техники, горючего, снаряжения [80].

Первым беспилотным самолетом в СССР стал ТБ-1. Он мог взлетать, совершать полет и осуществлять посадку без человека на борту [84].

АНТ-4 положил начало семейству многомоторных самолетов, созданных под руководством А.Н. Туполева. Прямое развитие АНТ-4 - многоцелевой АНТ-7 (Р-6) имел еще больший успех. Это был разведчик, трехместный истребитель дальнего сопровождения, бомбардировщик и торпедоносец. Всего было выпущено 406 самолетов АНТ-7 [85].

Пилот Л.Г. Крузе на гидромодификации МР-6 с номером СССР Ж1 в 1936 году совершил рекордный для того времени перелет Ленинград-Иркутск-Нордвик на расстояние около 10 000 км [86].

На самолете Р-6 летчик П.Г. Головин выполнил первый полет над Северным полюсом перед посадкой там остальных самолетов полюсной экспедиции в 1937 году [85].

После снятия с вооружения ТБ-1 передали в Аэрофлот и Севморпуть, где под маркой Г-1 («грузовой-первый») использовали до списания последнего самолета в 1947 году. Таким образом самолеты эксплуатировали в течение 20 лет после первого полета [79]. Восстановленный экземпляр Г-1 с регистрационным номером СССР-Н317 стал экспонатом музея гражданской авиации в Ульяновске [81].

АНТ-5 (истребитель И-4)

Это был первый цельнометаллический истребитель в СССР. Металл - кольчугалюминий (дюралюмин Д1). Задание на проектирование истребителя было утверждено 7 июля 1927 года. Но уже 2 февраля 1926 года руководимому А. Н. Туполевым Отделу авиации, гидроавиации и опытного строитель-



АНТ-5 (истребитель И-4) [88].

ства (АГОС) ЦАГИ заказан проект цельнометаллического истребителя. Самолет разработан Конструкторской бригадой П.О. Сухого [87] и получил обозначение И-4 (истребитель №4) [88].

Самолет И-4 являлся прорывом в области самолетостроения - истребителем, в конструкции которого впервые использовались в основном цельнометаллические компоненты.

Самолеты строили серийно на заводе №22 в Филях с середины 1929 года. Они состояли на вооружении до 1935 года, и еще год - в авиашколах. Всего их

было построено 369 единиц [75]. В боях этим истребителям участвовать не пришлось.

АНТ-6 (ТБ-3)

Самолет стал первым в мире четырехмоторным свободносущим монопланом-бомбардировщиком с двигателями, установленными в ряд по размаху крыла. В дальнейшем эта схема стала основой для всех самолетов подобного типа в мировом авиастроении. При создании этого самолета в СССР была освоена технология производства подобных машин и был налажен их выпуск большой серией [89]. Всего было построено 818 единиц [90].



ТБ (тяжелый бомбардировщик) -3 (АНТ-6) в полете [91].

Впервые в СССР внедрено крупносерийное производство больших алюминиевых самолетов с гофрированной обшивкой. Огромная по тем временам серия тяжелых бомбардировщиков, размеры которых также не имели равных среди серийных изделий мира. Стал основой славы возрожденной в СССР авиации [92].

Основные данные серийного самолета ТБ-3 с двигателями 4М-17 [93]:

- длина самолета - 24,4 м;
- размах крыла - 39,5 м;
- высота самолета - 8,45 м;
- площадь крыла - 230 м²;
- нормальная взлетная масса - 17400 кг;
- бомбовая нагрузка нормальная - 2000 кг; максимальная - 5000 кг;
- максимальная скорость у земли - 196 км/ч, на высоте 3000 м - 177 км/ч;

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

- практический потолок - 3800 м;
- дальность полета с 2000 кг бомб - 1350 км;
- оборонительное вооружение - 5 х ДА;
- экипаж - 8 чел.

На самолетах типа АНТ-6 было выполнено несколько полетов на установление мировых рекордов, а также выполнено большое количество перелетов [93]:

- экипаж летчика А.Б. Юмашева на самолете АНТ-6 4М-34ФРН установил четыре мировых рекорда высоты полета с грузом: 11 ноября 1936 года - 8102 м с грузом 5000 кг, 16 сентября 1936 года - 6605 м с грузом 10000 кг, 20 сентября 1936 года - 2000 м с грузом 12000 кг, 28 октября 1936 года - 8980 м с грузом 5000 кг;
- Европейские перелеты 1934-1935 годах: ТБ-3 4М-34 в Варшаву, Париж и Рим, Бухарест (АНТ-6), перелеты по маршрутам - Москва - Киев - Вена - Париж - Лион - Страсбург - Прага - Москва, Москва - Киев - Люблин - Краков - Рим - Вена - Москва;



АНТ-6 «АВИААРКТИКА» [94].

- экспедиция на Северный полюс 22 марта - 25 июня 1937 года на АНТ-6 «АВИААРКТИКА» (Н-169, 170, 171, 172), создание дрейфующей станции СП-1, маршрут - Москва - Холмогоры (установка лыжного шасси) - Нарьян-Мар - Маточкин Шар - остров Рудольфа - Северный полюс - Амдерма (установка колесного шасси) - Архангельск - Москва. 21 мая 1937 года флагманский

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

корабль Н-170 М.В. Водопьянова первым совершил посадку на льдину в 20 км от Северного полюса;

- поиски в октябре 1937 г самолета ДБ-А (Н-209) С.А. Леваневского. Привлекались АНТ-6 «АВИААРКТИКА»;

- экспедиция по спасению людей с пароходов, дрейфовавших в море Лаптевых весной 1938 года (ТБ-3);

- экспедиция АНТ-6 «АВИААРКТИКА» (Н-169 летчик И.И. Черевичный) весной 1941 г к полюсу относительной недоступности.

В 1930-е годы самолет стал участником всех военных конфликтах (кроме Испании), в которых участвовал СССР:

- как «сдерживающая» сила на Дальнем Востоке при начале японской агрессии в Манчжурии;

- 1937-42 годы, как транспортный, доставляя помощь Китаю в его борьбе с японской агрессией;

- 1938 год, в боях у озера Хасан;

- 1939 год, на реке Халхин-Гол,

- 1939-1940 годы, во время «Зимней войны», по прямому назначению и как транспортные;

- 1939 год, в кампании против Польши и при оккупации Бессарабии, как транспортные.

Летом 1941 года, в начале Великой Отечественной войны, соединения ТБ-3 использовались в дневных бомбардировках, часто без истребительного прикрытия, неся огромные потери. В дальнейшем самолеты привлекались лишь только к ночным бомбардировкам. Они активно использовались в операциях под Смоленском, под Москвой, под Сталинградом, последний случай массированного использования ТБ-3, как бомбардировщика зафиксирован на Курской дуге. За первые полгода ВОВ ТБ-3 перевез 2797 т груза и 2300 человек [95].

Как транспортные и десантные машины ТБ-3 и Г-2 использовались на фронте и в тылу всю войну. Жизненный цикл самолетов ТБ-3 и Г-2 завершился



И.В. Сталин спускается на землю по крылу ТБ-3 после инспекции кабины пилотов. На фото отчетливо видна гофрированная обшивка фюзеляжа и крыльев из дюралюмина Д1 [94].

в 1946 году после выхода постановления правительства о списании оставшихся машин [96].

АНТ-9 (ПС-9)

Работа над девятиместным магистральным пассажирским самолетом АНТ-9 (пассажирским самолетом-9) была начата в 1927 году по совместному заданию гражданской авиатранспортной компании «Добролет» и Управления ВВС РККА. Технические требования к самолету были следующие: скорость не менее 190-195 км/ч, потолок 4500-5000 м, полезная нагрузка до 750 кг и экипаж из трех человек. Самолет должен быть в первую очередь пассажирским, но в случае надобности применяться для военных целей как транспортное средство. Рассматривался также вариант установки на самолет бомбардировочного оборудования. К 1 мая 1929 года самолет был готов [97].



АНТ-9 (ПС-9) «Крылья Советов» в Лондонском аэропорту [98].

Это был один из первых многоместных пассажирских самолетов в СССР. В то время гражданские самолеты в СССР в основном создавались путем переоборудования военных бортов. АНТ-9 в этом отношении был исключением - он изначально проектировался для перевозки пассажиров. Вместе с тем конструкторы предусмотрели возможность при необходимости модифицировать его и для выполнения военных задач.

В фюзеляже размещались закрытая двухместная кабина экипажа с двойным управлением, пассажирская кабина, туалет, гардероб и багажное отделение. На опытном самолете в пассажирской кабине устанавливались девять кресел из

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

плетеного камыша, которые впоследствии заменили креслами с силовым каркасом из кольчугалюминия (дюралюмина Д1) [80].

Всего было изготовлено около 100 самолетов АНТ-9 (ПС-9). Один из них для трансъевропейского перелета получил собственное имя «Крылья Советов» [75].

Благодаря прочной и надежной конструкции, самолеты ПС-9 работали на воздушных линиях. Некоторые машины провели в воздухе до 5200 часов, что являлось рекордом для военных и транспортных самолетов того времени. На международных линиях самолеты АНТ-9 летали в Германию, Чехословакию и Китай [100].



Компоновка 9-местного трехмоторного АНТ-9 и фото салона [99].



Карта маршрутов компании «Добролет» к 1930 году [99].

АНТ-9 (ПС-9) использовались советскими войсками в ходе Великой Отечественной войны. Они были задействованы, как транспортные самолеты, в

тылу для перевозки наземного состава авиаполков, боеприпасов, запчастей и медикаментов [100].

Общий срок службы самолета составил 14 лет. Эксплуатация последнего самолета была завершена в 1945 году [101].

АНТ-20 (Максим Горький)

АНТ-20 «Максим Горький» - советский пассажирский 8-моторный самолет - стал самым большим самолетом в мире для своего времени. В разработке амбициозного проекта приняли участие многие известные конструкторы: В.М. Петляков, А.А. Архангельский, В.Н. Беляев, Б.А. Саукке, Е.И. Погосский и другие. Возглавил работу А.Н. Туполев. Было построено было 2 самолета [102].



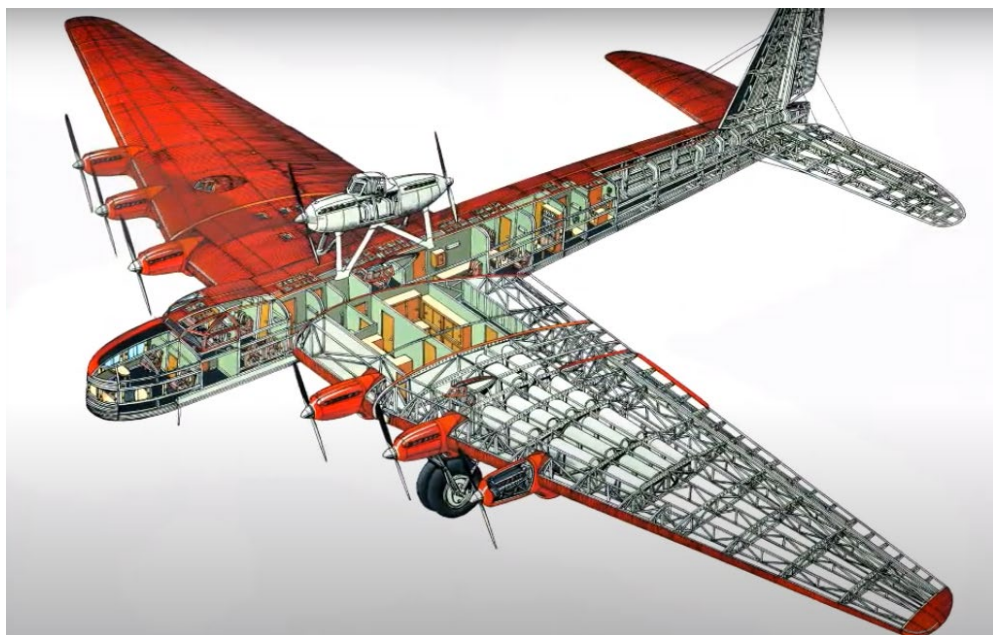
Самолет казался огромным на фоне сопровождавших его истребителей. АНТ-20 в полете над Красной площадью в Москве во время парада 1 мая 1935 года [103].

Фюзеляж был сделан из дюралюминия Д1 с гофрированной обшивкой. Самолет был настолько огромным, что 72 пассажира размещались даже в крыльях двухметровой высоты, а пилоты имели доступ к двигателям изнутри, чтобы при необходимости произвести их ремонт [103].

Первые полеты АНТ-20 выполнялись летчиком-испытателем Михаилом Грозовым. Это был один из лучших пилотов СССР, Герой Советского Союза, спортсмен. Уроженец Твери серьезно занимался штангой и еще в 1920-х становился чемпионом страны по тяжелой атлетике. Вместе с Николаем Журовым в 1934 году они установили подряд два мировых рекорда, подняв на высоту

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

5000 м груз массой сначала 10, а затем и 15 т. 1 мая 1935 года АНТ-20 торжественно пролетел над Красной площадью во время парада.



Внутренняя структура АНТ-20 [103].



Интерьер пассажирского салона АНТ-20 [103].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

По своим размерам АНТ-20 сравним с современными пассажирскими лайнерами. Размах крыльев АНТ-20 был равен 63 метра, а у одного из самых больших самолетов в мире, эксплуатирующегося в 2025 году BOEING 747-400 размах крыльев составляет 64.5 м [104].



Посадка пассажиров на самолет АНТ-20 (вверху) [105] и BOEING 747-400, вмещающий до 624 пассажиров [106].

АНТ-25

Данный самолет целенаправленно создавался для рекордных полетов. Это был цельнометаллический, из дюралюмина Д1, свободнонесущий однодвигательный низкоплан с большим удлинением крыла (34 м) [107]. Всего было построено 2 самолета. Первый полет на АНТ-25 был совершен 22 июня 1933 [108].

АНТ-25 стал первым в мире самолетом, совершившим трансарктический перелет через Северный полюс.

Поначалу освоение самолета сопровождалось рядом технических трудностей. Но уже в сентябре 1934 года первый экипаж, в состав которого входили Громов, Филин и Спирин, совершил испытательный полет на большую дальность. Пилоты провели в воздухе 75 часов, преодолев 12 411 километров (7 712 миль) за один перелет (Москва-Рязань-Тула-Днепропетровск-Харьков). Однако рекордный полет не был признан, так как планировался по замкнутому маршруту с возвращением в Москву [110].

В июне 1936 года Чкаловым, Байдуковым и Беяковым, - был совершен первый рекордный перелет по маршруту Москва-Ванкувер (США). Полет на расстояние 9130 километров (5670 миль) занял 63 часа 25 минут [111].



Ант-25 на поле аэропорта Пирсон (город Ванкувер, штат Вашингтон, США) и его экипаж: Георгий Филиппович Байдуков, Валерий Павлович Чкалов, Александр Васильевич Беяков (слева направо) [109, 110].



Михаил Михайлович Громов, Андрей Борисович Юмашев (второй пилот), Сергей Алексеевич Данилин (штурман) (слева направо) [112].

Еще одним подвигом отечественных пилотов стал беспосадочный перелет Москва - Сан-Хасинто на запасном самолете всего через три недели после перелета Чкалова. Это путешествие через Северный полюс, протяженностью 11 500 километров (7 100 миль), завершилось на молочном пастбище за пределами Сан-Хасинто, штат Калифорния, после того как они столкнулись с туманом в Сан-Диего и на территории базы ВВС Марч в Риверсайде. Место посадки отмечено историческим памятником штата Калифорния под номером 989. Экипаж, в состав которого по-прежнему входили Громов, Юмашев и Сергей Данилин, летел 62 часа 17 минут с 12 по 14 июля 1937 года [110].

Самолет АНТ-25 стал последним оригинальным спроектированным самолетом под руководством А.Н. Туполева, для построения которого был применен дюралюмин Д1. Для того, чтобы успешно совершить рекордные полеты гофрированные крылья самолета обертывали полотном, что сделать их гладкими и уменьшить их сопротивление воздуху (аэродинамическое сопротивление) во время полета.

Перед разработчиками самолета изначально ставилась задача добиться

дальности полета 13 тысяч километров. Проведенные испытания показали, что построенные летательные аппараты не соответствуют необходимым требованиям. Дальность полета самолета №1 составляла 7800 км, а самолет-дублер смог преодолеть 10800 км.

Конструкторы пришли к выводу, что основной проблемой для достижения проектных характеристик является гофрированная обшивка самолета, которая создавала дополнительное аэродинамическое сопротивление, что увеличивало расход топлива. Было решено обтянуть крыло полотном, покрытым лаком. В 1934 году начались испытания переделанного самолета-дублера. Они увенчались успехом: улучшенный АНТ-25 смог достичь дальности полета 13020 км [113]. Использование гофрированной обшивки для повышения прочностных характеристик конструкционного дюралюминия Д1 стало нецелесообразным.

Таким образом к 1934 году в гофрированном виде дюралюмин Д1 из-за запросов военных и гражданских заказчиков: увеличить скорость полета, дальность полета, вес поднимаемой в воздух полезной нагрузки самолетов, - перестал удовлетворять требованиям авиаконструкторов. Все поверхности самолетов должны были стать максимально гладкими. Перед авиационными металлургами была поставлена задача - разработать более прочный алюминиевый сплав, чем дюралюмин Д1.

Конструктор самолетов с кольчугалюминием Константин Алексеевич Калинин

Малоизвестно, но самолеты К.А. Калинина составляли основу гражданского воздушного флота СССР в 1920-1930 годы.

Константин Алексеевич Калинин - выдающийся русский авиаконструктор. Он и А.Н. Туполев - основатели отечественной школы строительства металлических самолетов.

К.А. Калинин родился в городе Варшава, в 1912 году окончил Одесское военное училище. Тогда же он проявил интерес к новому виду войск - авиации и добился направления его в Гатчинскую военно-авиационную школу. Окончив ее в 1916 году, Константин Алексеевич был направлен в действующую армию. Шла Первая мировая война.

Подвиги молодого пилота в боях против германских асов были отмечены орденами Святой Анны, Станислава и Владимира, что было необычайно редко в те годы. После революции, когда перед многими интеллигентами, офицерами стоял выбор, остаться в стране победивших рабочих и крестьян или уехать в эмиграцию, Константин Алексеевич сделал выбор в пользу России. Он поступил в

Киевский политехнический институт и с немногочисленными единомышленниками стал проектировать свой первый самолет. Его земляк, киевлянин Игорь Иванович Сикорский, который к тому времени уже жил в США, прислал ему



**Выдающийся советский авиаконструктор
Константин Алексеевич Калинин [118].**

вызов, но Калинин отказался уезжать, полагая, что и здесь можно будет развить свои способности. Поначалу все складывалось неплохо после окончания института в 1925 году. Он стал работать на Харьковском авиационном заводе, мечтая превратить Харьков в аэроград. Константин Алексеевич стал одним из основателей и первых преподавателей Харьковского авиационного института. По его проектам и под его руководством было построено около 20 типов самолетов, в том числе санитарный К-3, пассажирские К-4 и К-5. Инновациями в этих самолетах стали

использование кольчугалюминия и так называемое эллиптическое крыло. Последняя новинка была заложена им в конструкцию гигантского самолета-бомбардировщика К-7, который был предтечей «летающих крепостей». Однако в начале 1930-х годов его КБ в Харькове расформировали, самого Калинина перевели в Москву, а в 1938 году арестовали как врага народа, вредителя и шпиона и расстреляли. Реабилитирован Константин Алексеевич был в 1955 году. В его честь малой планете №3347 присвоено имя «Константин». Советской властью он был награжден орденом Трудового Красного Знамени [114-117].

К-1, К-2, К-3, К-4, К-5 и другие

Первый самолет К.А. Калинина (К-1) был готов к испытаниям в 1925 году, хотя его построение было начато в 1923 году. Его создание происходило на авиаремонтном заводе в городе Киев. Время постройки самолета затянулось из-за постоянных поступающих запретов на его строительство. Сегодня уже не узнать какова была причина этих запретов.

Но прошедший полный комплекс испытаний самолет К-1 в 1926 году был рекомендован к серийному производству. Это было прорывное, знаковое событие в авиации Советского государства - до этого в стране самолеты серийно не

строились!

Первая серия состояла из 5 самолетов. Первый К-1 должен быть готов к 1 сентября 1927 года.

Кольчугалюминий (гофрированные листы) был использован в обшивке в передней части фюзеляжа [119].



Трехместный самолет К-1 выпускался в пассажирском и санитарном вариантах [119].

К-2 был разработан на базе К-1 в 1927 году, по схеме и габаритам он почти не отличается от предшественника, но имел цельнометаллический фюзеляж из кольчугалюминия (дюралюмина Д1) и более мощный двигатель. Было построено несколько экземпляров самолета. Самолет с успехом применялся для аэрофотосъемки и картографирования различных районов страны [120].



Цельнометаллический К-2 [121].

В 1925 году Российское Общество Красного креста и Красного полумесяца (РОКК) инициировало создание санитарной авиации. Самолеты должны были обеспечивать эвакуацию больных и раненых из труднодоступных районов

и доставлять их в медицинские учреждения. До этого санитарная авиация использовала только существующие транспортные самолеты, не имевшие специального оснащения. Однако в 1927 году начались работы по созданию первого в нашей стране специализированного санитарного самолета. Им стала машина, известная под названиями К-3 и РОКК-1 [122].

К перспективной машине предъявлялись специфические требования. Самолет должен был показывать высокие взлетно-посадочные характеристики, сочетая их с достаточными летными данными. Он должен был садиться на неподготовленные малоразмерные площадки и взлетать с них. В пассажирской кабине нужно было создать комфортные условия, разместить места для больных, а также установить различные устройства и грузы медицинского назначения. Как вскоре выяснилось, создание самолета, соответствующего таким требованиям, является не самой простой задачей.



Первый санитарный самолет в СССР - К-3 [123].

Новый проект специализированного самолета получил заводское обозначение К-3 - «Калинин, третий». В дальнейшем, после передачи заказчику, машина получила новое название РОКК-1, указывавшее на эксплуатанта. Летчики и врачи, работавшие с самолетом, прозвали его «Санитаркой» [122].

Руководителем проекта стал сам К.А. Калинин. Большой вклад в решение основных задач внес инженер и летчик Алексей Николаевич Грацианский. В той

или иной мере в проекте участвовали все прочие конструкторы из бюро Харьковского авиазавода.

С точки зрения конструкции новый самолет К-3 максимально походил на предыдущий К-1. При этом в нем использовались некоторые идеи проекта К-2 — цельнометаллической версии базового образца. Моторный отсек и обе кабины имели жесткую дюралюминовую обшивку, тогда как хвостовую балку покрыли полотном. Носовая часть каркаса фюзеляжа представляла собой мотораму, прикрытую дюралюминовым кожухом [122].



Погрузка раненого на санитарный самолет К-3. За погрузкой наблюдает конструктор самолета Константин Алексеевич Калинин [123].

На разработку проекта К-3 Харьковский авиазавод потратил несколько недель. В начале лета 1927 года проект представили заказчикам. Российское Общество Красного креста и Военно-санитарное управление одобрили предложенный облик самолета и дали старт его строительству [122].

Полезная нагрузка самолета была 340-350 кг. Самолет мог принять на борту двух лежачих больных. Для их погрузки имелся специальный люк. Сзади за кабиной в каркасе самолета был организован «тоннель», а на левом борту появилась подъемная крышка люка. Через такой люк носилки можно было поместить в самолет, и далее они протягивались в кабину, где помещались на креплениях. При отсутствии носилок можно было использовать четыре складных кресла для

сидячих больных. На борту самолета присутствовал врач. Его кресло находилось в задней части кабины. За ним имелся шкафчик для медикаментов и инструментов. Там же перевозился баллон со сжатым воздухом. В кабине удалось найти место для бачков с холодной и горячей водой, а также для раковины со сливом за пределы самолета [122].

Первых больных самолет вывез уже в начале 1928 года, а последние подобные операции имели место в 1931 году. По известным данным, примерно за три года «Санитарка» оказала помощь трем десяткам больных из разных городов и областей. Для санитарной авиации того времени это был выдающийся результат. При этом, оказывая помощь конкретным людям, первый в стране специализированный санитарный самолет наглядно демонстрировал необходимость строительства новой техники своего класса [122].



К-4 на выставке в Берлине, октябрь 1928 года [123].

Достаточно быстро к первому К-3 присоединились два улучшенных К-4С, и в дальнейшем в нашей стране регулярно появлялись новые типы специализированных самолетов. Эксплуатация единственного К-3 продолжалась всего несколько лет, но именно она дала старт строительству полноценной массовой санитарной авиации СССР.

К-4, с том числе с индексом «С» был удачным усовершенствованием самолета К-3. В 1928 году К-4 был представлен международной авиационной выставке в Берлине, проходившей октябре 1928 года, и был награжден Золотой

медалью [123].

Следующий самолет Константина Алексеевича Калинина К-5 стал самым широко используемым пассажирским самолетом в СССР.

Восьмиместный авиалайнер ни в чем не уступал по комфортабельности зарубежным самолетам аналогичного класса, также он был легок в управлении, обладал хорошей аэродинамикой, легко взлетал и садился. Самолет мог эксплуатироваться и в зимних условиях, так как имел возможность замены колесных шасси на лыжи [125].

В этом самолете дюралюмин Д1 использовался в обшивке кабины пилотов и пассажирской части фюзеляжа [126].



Восьмиместный пассажирский самолет К-5 [124].

По окончании испытаний в 1930 году началось серийное производство на



Пассажирка перед посадкой в самолет и внутреннее устройство салона [125, 126].

авиазаводе Укрвоздухпути (УВП) в Харькове. Всего было построено около 260 экземпляров различных модификаций - пассажирские, санитарные, топографические и военнотранспортные. К-5 был самым массовым самолетом среди довоенных советских авиалайнеров [127].

Опытная эксплуатация К-5 проходила на линии Москва - Харьков. Затем самолет стал летать на регулярных рейсах Харьков - Минеральные Воды и Харьков - Баку. К-5 становится первым флагманом гражданской авиации СССР. Самолет использовался до 1943 года, а до 1940 года являлся основным лайнером Аэрофлота на внутренних линиях. Самолет обслуживал важнейшие маршруты Москва - Ленинград, Москва - Свердловск, летал из Харькова на Черноморское побережье. Потолок самолета позволил открыть трассу через Большой Кавказский хребет, маршрут прилегал на высоте 4500 м. Самолет принимал участие в советско-финской войне, эксплуатировался в качестве пассажирского самолета в Монголии [128].

Последующие самолеты К.А. Калинина оставались на стадии проектов или опытных образцов.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПЛАКИРОВАНИЯ ДЮРАЛЮМИНА – СОЗДАНИЕ ОТЧЕСТВЕННОГО АЛКЛЕДА

Первые опыты применения дюралюмина Д1 при создании цельнометаллических и частично металлических самолетов показали, что новый сплав неустойчив к коррозии. Это свойство становилось главным препятствием на пути его широкого использования. А начало серийного производства самолетов показало, что их эксплуатация без защиты поверхности металла быстро приводит к разрушению конструкций.

В борьбе с коррозией химикам было поручено создание защитных красок и лаков, а металлургам - решить проблему в процессе производства проката.

В Рапорте руководства ЦАГИ в ЦК ВКП(б) об экспериментальном производстве дюралюминия от 8 октября 1931 года было написано:

«До последнего времени основной самолетостроительный материал дюралюмин не мог вполне удовлетворять требованиям авиации. Его стойкость против действия атмосферы и влаги вообще была незначительной. Материал в эксплуатации быстро разрушался (поражался коррозией). Для предохранения металла от этого разъедания применялись лаки, краски, жиры и прочие средства которые, однако, не давали желаемых результатов и приводили к большому удорожанию производства. В 1926-1927 годах в Америке появился сплав «алклед», обладающий большой стойкостью против коррозии. Методы производства и принципы приготовления такого сплава держатся капиталистическими странами в секрете...» [130].



Типовые разрушения, вызванные коррозионными процессами на примере самолета Бе-2 (время нахождения на открытом воздухе 47 лет) [129]. Такие же разрушение на самолетах 1920-х годов образовывались менее, чем за два года, и они становились непригодными к эксплуатации.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Сплав, названный американцами алкледом, представлял собой трехслойные листы. В середине находился слой дюралюмина с двухсторонним покрытием из чистого алюминия. Защитное действие алюминиевого слоя заключалось в том, что чистый алюминий более устойчив к коррозии, чем его сплавы, включая дюралюмин. При контакте дюралюмина с чистым алюминием последний становится анодом, предохраняя катод-дюралюмин от коррозии. Чистый алюминий, содержащий не более 0,5% примесей, почти в 10 раз устойчивее дюралюмина при действии морской воды.



Семен Михайлович Петров (1899-1989) [131].

Начальник производства завода, в последующее время: директор завода №34, Кольчугинского, Ревдинского заводов по обработке цветных металлов, заместитель министра цветной металлургии СССР, заместитель директора ЦНИИЧерМет [132].

начальником прокатного цеха.

Несколько позже в печать просочились отрывочные данные о способе покрытия дюралюмина чистым алюминием, разработанным в Германии. Немецкие фирмы держали свою технологию в строжайшем секрете.

Советским специалистам необходимо было самостоятельно разработать технологию покрытия дюралюмина алюминием.

В СССР производством лакированного дюралюмина впервые начал заниматься металлургический отдел завода им. Авиахима под руководством Г.Г. Музалевского. Начиная с конца 1928 года здесь проводилась серия опытов по получению лакированных алюминиевых сплавов. Металлурги предприятия поставили перед собой задачу создать лакированный материал, не уступающий по своим механическим свойствам и коррозионной стойкости лучшим заграничным образцам.

Инициатором и организатором опытно-исследовательских работ выступил сам Г.Г. Музалевский. Его ближайшими помощниками стали: начальник производства С.М. Петров, инженер-металловед С.М. Воронов, мастера и прокатчики. Позднее, в 1929 году к ним присоединился инженер А.Ф. Белов, пришедший на завод после окончания Московской Горной академии и вскоре назначенный начальником

Георгий Григорьевич провел огромную работу по изысканию рациональной технологии лакирования листов. Его исследовательские тетради заполнялись многими десятками размеров слитков и сотнями замеров толщины алюминиевых планшетов. Он лично проверял тщательность механической обработки соприкасающихся поверхностей слитка и планшетов. Столь же скрупулезно отмечал он фактические температурные данные на всех стадиях нагрева пакетов и в процессе прокатки. Затем начинались длительные испытания лакированных листов, которые выявляли все погрешности как по приварке лакирующего слоя, так и по качеству выкатки. Это требовало больших затрат времени и стойкого человеческого терпения. В силу своей занятости в основное рабочее время Г.Г. Музалевский все исследования проводил, как правило, в вечернее время. Его ученик и соратник, ставший впоследствии известным ученым С.М. Воронов, так вспоминал об этом периоде: «Поздними вечерами, в умолкнувшем прокатном цехе, вы всегда могли видеть фигуру Георгия Григорьевича, часто с шабровкой в руках, склонившегося над дюралюминовым подкатом и изучавшим многочисленные дефекты на его поверхности. И выход был найден! Две горячие прокатки с промежуточной фрезеровкой первого горячего проката для удаления имеющихся наружных дефектов и выход годного на всех заводах достиг средней цифры 50%» (архив Ф.И. Квасова).

В 1930 году появились первые обнадеживающие результаты, о которых Г.Г. Музалевский в апреле доложил на конференции по цветной и золото-платиновой промышленности, а в конце года он опубликовал статью с подробным изложением технологии процесса [133].



Савватий Михайлович Воронов (1899-1953) (фото из архива А.Б. Бондарева). **Выдающийся советский металлург и ученый, главный создатель технологии литья слитков в короткий кристаллизатор, которая используется и в настоящее время, автор-изобретатель ряда промышленных алюминиевых сплавов и других достижений в области металловедения и разработке технологий производства алюминиевых и магниевых сплавов [134].**

Разработанный Г.Г. Музалевским способ плакирования состоял в следующем. Слиток основного металла покрывали алюминиевыми планшетами и прокатывали в горячем состоянии. В процессе прокатки планшеты прочно приваривались к слитку. Контрольные испытания полученного таким образом плакированного дюралюмина на коррозию дали вполне удовлетворительные результаты. Проведенные ЦАГИ испытания нового материала на Черном море, где исследовали химическую стойкость металла при действии на него морской воды, завершились успешно. Плакированный дюралюмин хорошо противостоял коррозии.

Полученный впервые Г.Г. Музалевским советский алклед при первых же испытаниях показал неоспоримые преимущества перед обычным дюралюмином, а машины, сделанные из первых партий алкледа, без каких-либо дополнительных лакокрасочных покрытий, прекрасно выдержали двухгодичные испытания в эксплуатации, не показав признаков коррозии.

Характеризуя цель и результаты этой работы, Г.Г. Музалевский писал: «Работа по плакированию в общем сводится к установлению наилучших условий соединения алюминия высокой чистоты с дюралюмином» (архив Ф.И.Квасова).

Исходя из этого, им была проведена специальная работа по определению главных факторов, оказывающих влияние на прочность соединения, и поставлены на разрешение следующие вопросы:

1. влияние состава металла на прочность соединения;
2. влияние чистоты поверхности соединяемых сплавов и алюминия;
3. установление методики подготовки пакетов для нагрева;
4. установление скорости и температуры нагрева;
5. установление давления при прокатке;
6. установление температуры и продолжительности нагрева при отжиге.

Проведенные опыты привели к разработке достаточно надежного метода плакирования сплавов.

Было установлено, что лучшую прочность соединения имеют сплавы, обладающие наибольшей пластичностью. На прочность соединения оказывает влияние также чистота поверхности соединяемых металлов и сплавов. Первое стало известно после опытов, проведенных со сплавами без магния, введение которого, как известно, снижает пластичность. А целая серия экспериментов выявила приемлемые скорости нагрева пакетов перед горячей прокаткой. При нагреве их в течение 10-20 мин они давали после прокатки самые надежные соединения

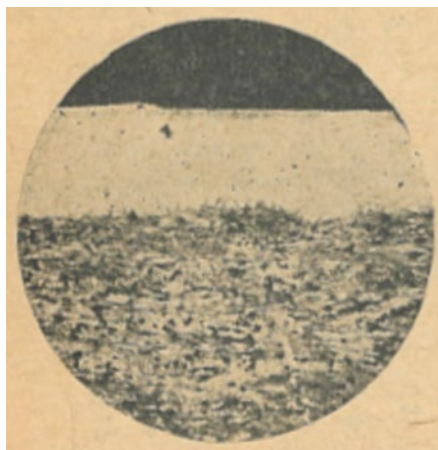
сплава с планшетами чистого алюминия. Причем наиболее удовлетворительные результаты давали пакеты, которые за этот промежуток времени нагревали в пределах 450-470°С. Были также определены параметры обжата листов в зависимости от их толщины.

В книге «Деформируемые алюминиевые сплавы» [135] С.М. Воронов в 1951 году писал: «Технология плакировки, являющаяся одним из важнейших этапов в истории развития дюралюмина в СССР, была разработана Г.Г. Музалевским в 1930 году.

Объективная оценка проведенных Георгием Григорьевичем Музалевским и коллективом поле его руководством работ была дана в Рапорте руководства ЦАГИ в ЦК ВКП(б) об экспериментальном производстве дюралюминия от 8 октября 1931 года [130]:

«В 1929 г. в металлургических цехах завода №1 были получены первые листы дюралюмина, точно так же не подвергающиеся коррозии. В начале 1930 года был установлен метод производства этих листов, заключающийся в покрытии (плакировании) дюралюминовых заготовок тонким слоем алюминия, которые сваривались друг с другом в процессе горячей прокатки. Полученный материал при испытании в наших лабораториях и при проверке по нашей просьбе ЦАГИ в условиях выдержки в морской воде Черного моря дал блестящую стойкость против коррозии, но обладал благодаря наличию слоя алюминия пониженными механическими свойствами.

В 1930 году заводом №1 была проведена работа по изысканию сплава, который при плакировании давал бы механические качества нормального дюралюмина. Летом 1930 году заводу удалось получить плакированные листы не только одинакового качества с дюралюмином, но и превышающие их на 15%. В августе месяце 1930 года технический отчет главного металлурга с указанием состава



Микроструктура алкледа после прокатки в горячем состоянии, увеличение 100 крат. Светлая полоса - чистый алюминий, темная полоса (сердцевина) - дюралюмин. Толщина алюминиевого слоя с каждой стороны - не менее 3% от толщины сердцевины. Фото (1936 год) из источника [136].

сплава и методов его производства был разослан всем заинтересованным учреждениям, ЦАГИ, ВАО, заводу 45 и т. д.

В ноябре 1930 года из плакированного материала 1-го завода на заводе № 22 было построено 2 самолета для испытания на стойкость против коррозии. Самолеты не были покрыты никакими красками и в течение 10 месяцев работы не показали никаких следов коррозии. Заводской масштаб производства этого сплава показал его преимущества не только в эксплуатации, но и в процессе производства. Одно только упрощение процесса производства должно дать уже в 1932 году экономию 2,5 млн. руб. Что касается экономии, которую получит страна от эксплуатации самолетов из нового материала, на удлинении срока службы самолетов, сокращении ремонтных работ, уменьшении расходов на покраску, на облегчении конструкции и прочего, то она настолько велика, что подсчет ее является задачей чрезвычайно трудной.



Петр Ионович Баранов (1892-1933) - советский военный и партийный деятель, один из главных создателей и организаторов Военно-Воздушного Флота и авиапромышленности СССР [137].

В 1931 году на основе проведенных заводом №1 опытно-исследовательских работ начат перевод производства обыкновенного дюралюмина на плакированный на заводе №1 ВАО и Кольчугинском. С этого же времени ОИАМ ЦАГИ, относившийся раньше к плакированному дюралюмину очень индифферентно, заинтересовался этой работой и поставил опыты по внедрению в производство плакированного дюралюмина на заводе им. Ворошилова.

В мае 1931 года ЦАГИ специальному техническому совещанию доложило об изобретенном им плакированном сплаве с якобы более высокими механическими качествами, химический состав которого отличался от состава сплава завода № 1 введением присадки кремния. На совещании в ЦАГИ специалистами было дано разъяснение, что введение кремния в сплав завода №1 не может улучшить его качеств.

22 августа сего года в печати опубликован рапорт ЦАГИ в адрес т. Сталина, Орджоникидзе и Баранова об изобретении нового сплава, именуемого «альплата ЦАГИ».

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В день опубликования общественными организациями завода №1 был поставлен в известность т. Баранов о том, что сплав ЦАГИ не является оригинальным, никаких преимуществ перед сплавом завода №1 не имеет и кремний введен в сплав по странному недоразумению. 10 сентября экспертиза, проведенная согласно распоряжению т. Баранова, указала на отсутствие необходимости введения кремния в сплав завода №1.

Проведенные с 20 по 30 сентября совместно с заводом № 1 и ЦАГИ сравнительные опыты по прокатке листов из сплава завода №1 и «альпаты ЦАГИ» дали ухудшение качеств сплава от введения кремния и окончательно доказали, что «рапорт ЦАГИ» является документом, введшим в заблуждение вождей партии и правительства.

Исследования и работу по постановке производства плакированного дюралюмина завода №1 вели:

1. Ю.Г. Музалевский - главный металлург, инициатор работ по плакированию дюралюмина, основной руководитель исследований и производства этого сплава, кандидат ВКП(б).
2. С.М. Петров - начальник производства член ВКП(б) и А.Ф. Белов - начальник горячих цехов, кандидат ВКП(б) - руководители производства плакированного дюралюмина.
3. Равич В.Н. - начальник опытного бюро, исполнитель опытно-исследовательских работ по плакированному дюралюмину (кандидат ВКП(б)).
4. Инженер Ф.М. Шафит (член ВКП(б)) и начальник химической лаборатории Шандров, проводившие лабораторные исследования.
5. Мастера Павлов (член ВКП(б)) и Арсентьев (член ВКП(б)).
6. Рабочие бригад: 1) чернового стана, 2) отжигальщиков.
7. Отдельные рабочие и ударники горячего цеха.

Рапорт ЦАГИ подписали:

1. Начальник ЦАГИ - Друян С.С. (член ВКП(б))
2. Партком - Асташев (член ВКП(б))
3. Завком - Петров (член ВКП(б))
4. Начальник ОИАМ ЦАГИ - Сидорин И.И.
5. Начальник секции металлов, проф. Акимов Г.В. (член ВКП(б))
6. Начальник коррозионной группы - Крениг В.О.».

Плакирование дюралюмина алюминием с помощью горячей прокатки - стало принципиально новым технологическим процессом, оказавшим большое

влияние на технический прогресс металлообработки и машиностроения.

С момента разработки этой технологии все листовые полуфабрикаты из дюралюминов в СССР стали производиться в виде алкледа.

Технология лакирования листов прокаткой положила начало производству биметаллических листов, а также способствовало появлению диффузионной сварки разнородных металлов, ставшей в наше время одним из основных способов получения многослойных металлов.

Вскоре развернулись работы по освоению производства лакированного алюминия на заводах Кольчугинском и им. Ворошилова.

Коллектив Ленинградского завода им. Ворошилова взял за основу лакирования метод «заливки». Этот метод состоит в следующем: в очищенную от предыдущей отливки чугунную изложницу устанавливают алюминиевые планшеты, заранее нарезанные по ширине и длине слитка. Затем в эту изложницу производят обычную заливку дюралюмина, направляя струю жидкого металла между планшетами. Благодаря частичному оплавлению поверхностного слоя планшетов, соприкасающихся с жидким металлом, они привариваются к слитку. Но, как показала практика, метод «заливки» оказался недостаточно надежным, и поэтому он не получил промышленного применения [21].



Схемы обкладывания листами чистого алюминия дюралюминиевых заготовок перед прокаткой на Кольчугинском заводе (1934 год) [138].

На Кольчугинском заводе разрабатывалась технология обкладки дюралюминиевой заготовки со всех сторон тонкими листами из чистого алюминия, потом этот «пирог» нагревали и прокатывали на стане Дуо. Однако, этот способ оказался экономически не эффективным. В 1934 году о трудностях реализации этого способа писали в своей статье А.А. Теняева и С.С. Миронов «Исследование причин неприварки при производстве алкледа» [138].

В статье [136] сделан анализ причин возникновения дефектов в лакированных заготовках, но оптимальной серийной технологии не предложено.

В результате технология лакирования дюралюмина, разработанная и

внедренная под руководством Г.Г. Музалевского была внедрена на Кольчугинском и Ленинградском заводе им. Ворошилова, а позднее - на Специализированного завода легких сплавов в Сетуни. А позже - на всех заводах в СССР, изготавливающих листовые полуфабрикаты из дюралюминов: Д1 и других.

Антонина Александровна Теняева, старший инженер-исследователь центральной заводской лаборатории Кольчугинского завода на момент публикации статьи. Фото начала 1930-х годов [140-142].



Успехи металлургов в области развития производства легких сплавов были отмечены Наркомом тяжелой промышленности Г.К. Орджоникидзе в своем приказе № 224 от 19 апреля 1932 года [139]:

«Советская социалистическая техника поставила себе целью добиться получения таких легких лакированных алюминием сплавов, которые по своим механическим качествам, весу и стойкости против коррозии не уступали бы лучшим заграничным образцам, что дало бы Советскому Союзу независимость от иностранной капиталистической техники. Упорная, дружная и настойчивая работа в этом направлении со стороны завода №34 Главвиапрома, Центрального аэрогидродинамического института и завода им. Ворошилова в Ленинграде дала положительные результаты, и мы имеем теперь полную возможность широкого применения лакированного кольчугалюмина в производстве.

Отмечая конкретные достижения завода №34 Главвиапрома, который на основе своих опытно-исследовательских работ первый в СССР получил лакированный кольчугалюминий повышенного качества в сравнении с известными заграничными лакированными сплавами и решил ряд важнейших вопросов по улучшению качества сплава в части повышения механических свойств и сопротивляемости к коррозии при одновременном упрощении и удешевлении методов изготовления, поставок производства его в заводском масштабе.

Объявляю благодарность всему рабочему, инженерно-техническому коллективу вышеуказанных заводов и ЦАГИ.

Группе работников, принимавших непосредственное участие в работах по исследованию и внедрению в производство алюминиевых сплавов, объявляю особую благодарность и, отмечая инициативу, настойчивость и преданность делу, предлагаю моему заместителю начальнику Главвиапрома т. Баранову П.И. премировать нижеследующих работников: технического директора и главного металлурга завода, организатора и инициатора опытно-исследовательских работ инженера Музалевского Г.Г., руководителей и исполнителей, поставивших производство плакированного кольчугалюмина: начальника производства инженера Петрова С.М., начальника прокатного цеха Белова А.Ф., начальника опытного бюро Равич В.Н., мастера прокатного цеха Арментьева П.В., начальника химической лаборатории Шандрова А.М., начальника ПРБ Шафот П.М., рабочих производственников Алеутдинова А., Старостина С.П., Мешкова И.И., Алексеева В.К., Гаврилова М.И., Кузнецова К.И., Малькова Д.П., Носкова С.И.».

В соответствии с данным приказом технический директор и главный металлург завода №34 Г.Г. Музалевский был премирован в сумме 5000 рублей.

С 1931 года все самолеты, выпускавшиеся в СССР, как в опытном, так и серийном вариантах были построены с применением алкледов, технология производства которых была разработана Георгием Григорьевичем Музалевским и коллективом инженеров под его руководством. Использование же в конструкциях самолетов не плакированного металла было запрещено [21].

НОВЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЛЕФОРМИРУЕМЫЕ СПЛАВЫ

Авиаль (авиационный алюминий - АВ)

В 1928 году задача создания надежного производства дюралюмина Д1, была полностью решена. Но сплав не обладал необходимой коррозионной стойкостью. Незащищенные от воздействия влаги воздуха детали самолетов приходили в негодность не более, чем в течение двух лет. Этот существенный недостаток дюралюмина был устранен лакированием полуфабрикатов с двух сторон чистым алюминием. Лакированные дюралюмины стали называть алкледами.

Технология лакирования удорожала стоимость изделий. Но для несущих деталей самолетов, включая их обшивку, стоимость металла не была определяющей.

Бурное развитие авиастроения, машиностроения в СССР вызвало потребность в фасонных штампованных полуфабрикатах из алюминиевых сплавов, часто сложной формы. Дюралюмин Д1 не имел достаточной технологической пластичности для их производства.

Информационный плакат о плане электрификации СССР, благодаря выполнению которого наша страна к 1940 году опередила Францию, Англию, Германию. Уступала наша Родина лишь США. В кратчайший срок было возведено более 8,6 тыс. новых заводов, шахт, фабрик [389].

ПЛАН ГОЭЛРО

22 ДЕКАБРЯ Глеб Кржижановский на VIII Всероссийском съезде Советов доложил о плане электрификации, подготовленном комиссией **ГОЭЛРО**.

План был рассчитан на **10-15 лет**.

- в **1,8-2 РАЗА** по сравнению с **1913-м** увеличить мощность районных электростанций.
- в **10 РАЗ** увеличить общую годовую выработку электроэнергии.
- Построить **30** крупных районных электростанций, из них **20** паровых и **10** гидроэлектростанций.

	1913	1920	1930	1935
Валовая продукция промышленности	1	0,24	2,5	5,8
Мощность районных электростанций (млн кВт)	0,2	0,25	1,4	4,1
Производство электроэнергии (млрд. кВтч)	2,0	0,5	8,4	28,3
Уголь (млн тонн)	28,2	8,7	47,8	109,8
Нефть	—	3,9	18,5	25,2
Торф (млн тонн)	1,7	1,4	8,1	18,5

В Северном районе 4
 Центральном 6
 Южном 5
 Волжском 4
 на Урале 4
 на Кавказе 4
 в Сибири, Туркестане 3

В **1935** году план электрификации был **ПЕРЕВЫПОЛНЕН** почти в **3 РАЗА**

КОММУНИЗМ - ЭТО
СОВЕТСКАЯ ВЛАСТЬ +
ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ВСЕЙ СТРАНЫ

Реализация плана ГОЭЛРО (Государственная комиссия по электрификации России) - строительство тепло- и гидроэлектростанций, кабельных заводов - выявила необходимость разработки специального коррозионно-устойчивого алюминиевого сплава и технологии его производства для электрических проводов.

В 1929 году Г.Г. Музалевский начал работы по исследованию сплавов

системы алюминий-магний-кремний. К моменту начала проведения работ уже были известны зарубежные алюминиевые сплавы, обладавшие необходимыми свойствами. Георгий Григорьевич назвал их алюминиевыми сплавами средней крепости. Им были исследованы американский сплав 51S, немецкие сплавы: К, алдрей, алудур, - и ряд других. В исследуемых сплавах содержание кремния изменялось в интервале от 0.4 до 2.0%, магния - от 0.25 до 2.0%. После проведения сравнительных испытаний Г.Г. Музалевский предложил использовать состав: алюминий - 0.6% магния - 0.7 % кремния с содержанием примесей: меди, марганца, железа, - в общей сумме не более 2% [133]. Он назвал внедренный сплав «авиаль» (АВ - авиационный алюминий), который стал использоваться как заменитель дюралюмина и чистого алюминия в необходимых случаях.

Характеризуя новый внедренный сплав Г.Г. Музалевский в статье «Авиаль (авиационный алюминий)» писал, что «авиаль по физико-химическим и механическим свойствам в отожженном виде близко подходит к чистому алюминию. Это качество авиала с большим успехом может быть использовано в тех случаях, когда нужен материал, по вязкости близкий к алюминию, то есть для глубокой штамповки и давилых работ, глубокой выколотки и пр.» [143].

Исследуя процесс упрочнения авиала, Г.Г. Музалевский отметил, что этот материал, как и все другие алюминиевые сплавы, может быть упрочнен ковкой, прокаткой, прессованием и термообработкой. Металл нагревался при температуре 500-550°C, подвергался закалке в воде и естественному старению при комнатной температуре. Далее Георгий Григорьевич написал: «Наиболее высокие значения коэффициента крепости получаются при полной термообработке - закалке с искусственным, при незначительно повышенной температуре 50-175°C, старением. При такой обработке одновременно с повышением крепости (прочности) падают удлинение и глубина продавливания, указывающие на уменьшение вязкости металла. При варьировании температур и продолжительности нагрева можно получить самые разнообразные механические свойства — от высокой крепости и твердости при небольшом удлинении и малой глубине продавливания до большого удлинения и глубины продавливания при незначительной твердости и крепости».

Г.Г. Музалевский подробно изложил технологию литья и производства полуфабрикатов. Он сделал вывод, что производство листов, лент, прутков, труб, кованых изделий и проволоки из авиала является менее сложным, чем из сплавов высокой прочности (дюралюминов). Производство изделий из авиала несколько

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

сложнее производства полуфабрикатов из алюминия, но дополнительные затраты при этом не превышают 20%. Вместе с тем себестоимость продукции из дюралюмина в 2 раза выше по сравнению с изделиями из алюминия.

Технологическая схема получения листов из авиала толщиной от 0,4 до 2,0 мм включала нагрев слитка, горячую прокатку листа толщиной 8 мм, зачистку плен, прокатку листа толщиной 5 мм, отжиг, разрезку на части.

Полученный лист толщиной 5 мм служил заготовкой для последующей обработки прокаткой.

Для выработки авиалевого листа толщиной 1,5-2,0 мм полученную листовую заготовку подвергали шабровке, после чего следовала холодная прокатка. Изготовленный таким образом лист толщиной 1,5 или 2,0 мм затем отжигали, сортировали и обрезали.

Для производства листового авиала толщиной 0,8-1,0 мм заготовку прокатывали 2 раза в холодном состоянии. После первой прокатки получали лист толщиной 2 мм, затем его отжигали, шабровали (чистили) и разрезали. В результате последующей холодной прокатки получали готовый лист толщиной 0,8-1,0 мм. Перед выходом из цеха такие листы отжигали, сортировали и резали.

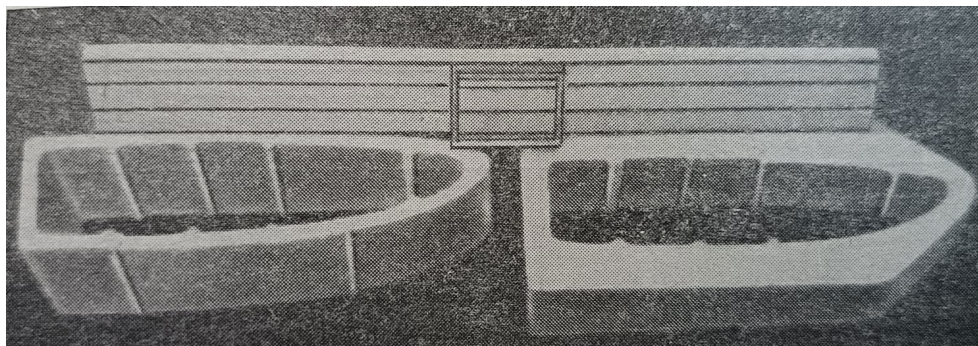
Наиболее тонкие листы авиала толщиной 0,4-0,5 мм получали в результате трех холодных прокаток. Первой прокаткой лист доводили до толщины 2 мм, после чего следовал отжиг, затем вторая катка на 1 мм. Этот лист последовательно подвергали операциям отжига, шабровки (чистки) и резки. Третьей прокаткой лист доводили до толщины 0,4-0,5 мм. После отжига, сортировки и обрезки выходил листовый материал указанного конечного размера.



Типовая штампованная лопасть воздушного винта из сплава системы алюминий-магний-кремний [146].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В указанной выше статье Г.Г. Музалевский подробно описал все производственные процессы прокатки авиала, прессования из него труб, прутков и профилей,ковки и штамповки.



Темплеты полых заготовок (лонжеронов) для лопастей вертолета из сплава системы алюминий-магний-кремний, отпрессованных через язычковую матрицу. Вверху для оценки их размеров сфотографирована логарифмическая линейка [147].

В книгах «Деформируемые алюминиевые сплавы» и «Процессы упрочнения сплавов алюминий-магний-кремний и их новые промышленные композиции» С.М. Воронов дополнил сведения об авиале. «Широкое применение в СССР сплав авиаль получил в 1934 году для производства крупных моторных деталей путем горячейковки и штамповки» [135] и «в кабельной промышленности» [145].



Пассажирский вертолет Ми-8, начало эксплуатации - 1965 год [148]. Основой лопасти воздушных винтов является силовой полый лонжерон из алюминиевого сплава системы алюминий-магний кремний [147].

В последующем авиаль (обозначение 1340 по ГОСТ 4784-2019) [146] применялся для применения в конструкциях летательных аппаратов, не подвергающихся аэродинамическим нагревам. Из сплава производились листы, плиты, трубы, прутки, профили, штамповки, поковки, лопасти воздушных винтов [147].

Внедрение в промышленное производство Г.Г. Музалевским сплава системы алюминий-магний-кремний «авиаль» послужило началом работ отечественных исследователей по разработке других сплавов, которые стали развитием достижения Георгия Григорьевича. В ГОСТ 4784-2019 [146] году набор используемых в разных отраслях промышленности сплавов системы алюминий-магний-кремний приведен следующий: АД31, АД33, АВ, АД37, САВ1, САВ2.

Альтмаг

Во второй половине 1920-х годов исследователями-металлургами в различных странах проводились исследования по разработке термически неупрочняемых конструкционных сплавов на основе двойного сплава алюминий-магний. В Германии это были сплавы гидроналиумы, 52S, №216 и №220 - в США, пералюман или антикородаль-специаль - в Швейцарии, бирмбрайт- в Англии, супермагалум - в Бельгии и т.д. [135].

Помимо непосредственно академического научного интереса к композициям двойной системы алюминий-магний работы проводились с целью разработки термически неупрочняемого, свариваемого алюминиевого сплава, обладающего одновременно более высокой прочностью по сравнению с уже используемыми двойными алюминиевыми сплавами (алюминий - 2% марганца).

В 1930 году свариваемый, термически неупрочняемый сплав системы алюминий-магний выпустил Георгий Григорьевич Музалевский. Он назвал разработанный сплав «альтмаг», имевший следующий химический состав: алюминий - основа, магний - 4.5-5.5%, марганец - 0.3-0.6%, титан - 0.05-0.15% [135].

При данном составе и незначительных количествах примесей железа и кремния (в сумме не более 0,4-0,5%) сплав альтмаг хорошо прокатывался в листы. Указанные пределы содержания магния обеспечивали получение предела прочности в нагартованном состоянии для листового альтмага не менее 30 кг/мм² при относительном удлинении не ниже 20%. Выигрыш по сравнению с максимальным уровнем механических свойств термически неупрочняемого сплава АМц (алюминий-1.0-1.6% марганца [135]) в нагартованном состоянии составил (абсолютные показатели) 10 кг/мм² в части предела прочности и 10% - в части пре-

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ дела текучести. Сплав имел более высокий предел усталости (способность выдерживать циклические нагрузки) по сравнению с дюралюмином Д1 [135]. Последнее свойство - очень важный показатель для авиационных конструкций, конструктивные элементы которых постоянно подвергаются циклическим нагрузкам в полете.

В 1932 году в сварочной лаборатории Государственного треста по рационализации производства в машиностроительной и машинообрабатывающей промышленности «Оргаметалл» [149] проводились опыты по сварке альтмага. Опыты показали, что из всех известных до сих пор алюминиевых сплавов средней или повышенной прочности альтмаг наиболее способен к сварке. Сплав подвергался контактной и газовой сварке, причем в обоих случаях были получены хорошие результаты [21].

Алтмаг обладал преимуществом по сравнению со сплавом АМц в части приготовления жидкого расплава. Магний можно было вводить в жидкий алюминий непосредственно, а для введения в расплав марганца требовался дополнительный технологический этап - приготовление лигатуры алюминий-марганец. Приготовление лигатуры - дополнительный расход времени и денежных средств при производстве сплава.

При установленном Г.Г. Музалевским химическом составе сплава альтмаг горячая прокатка осуществлялась непосредственно из слитка и проходила в серийном производстве без особых осложнений.

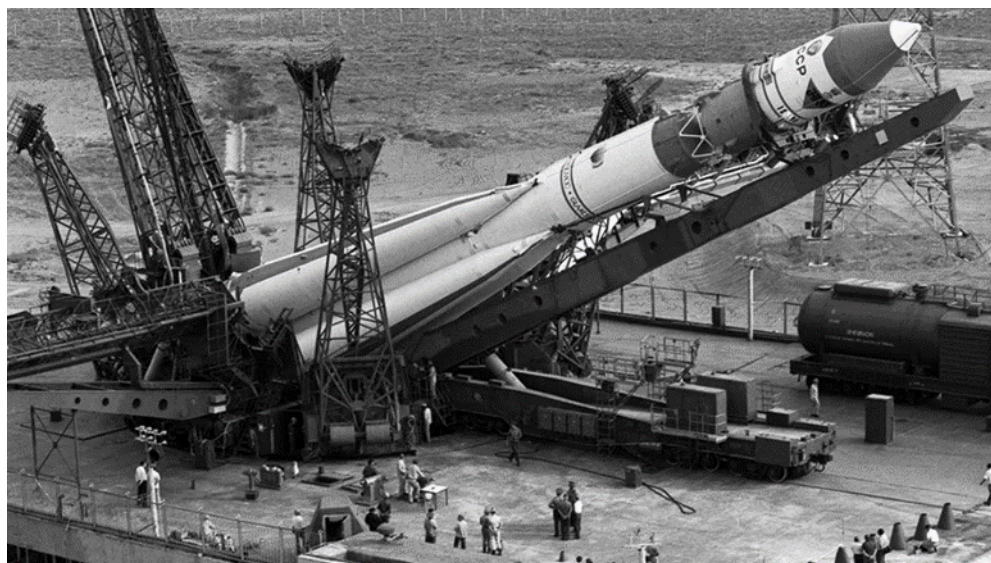
Принятый по этой технологии режим сводился к 6-часовому нагреву слитков до 400° и горячей прокатке на стане ДУО в одиннадцать проходов с толщины 42 до 10 мм при скорости проката 0,4-0,5 м/сек. Далее следовала зачистка прокатанных заготовок, вторая горячая прокатка с 10 до 4 мм и холодная прокатка с промежуточными отжигами на требуемую заказом толщину листов.

Технологические возможности альтмага исследовались и в последующие годы. В дальнейшем после уточнения химического состава: алюминий - основа, магний - 4.8-5.8%, марганец - 0.3-0.8%, титан - 0.02-0.1%, - сплав получил наименование АМг5.

Алтмаг Георгия Григорьевича дал старт исследованиям отечественных инженеров сплавов системы алюминий-магний.

В последующие годы ими была разработаны и внедрены в промышленное производство целая серия свариваемых, термически неупрочняемых сплавов [146]: АМг0.5, АМг0.7, АМг1, АМг1.5, АМг2, АМг2.5, АМг3, АМг3,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ
АМг3.5, АМг4, АМг4.5, АМг6, АМг61 и ряд других. Из алюминий-магни-



евых сплавов в промышленности изготавливают листы, плиты, панели, трубы, профили, прутки, штамповки, поковки [147].

Ракету Р-7, корпус которой сварен из колец свариваемого сплава алюминий-магний, с первым спутником земли устанавливают на стартовый стол в Байконуре, Казахстан [378].

Сплавы системы алюминий-магний (еще называемые «магналии») нашли применение при изготовлении бензо- и маслотрубопроводов в самолетостроении и других летальных аппаратах, сварных баков и деталей сварных конструкций средней и высокой прочности (применительно к другим алюминиевым сплавам), рефрижераторных установок, буксовых узлов колесных пар железнодорожных вагонов, в также в судостроении. Все магналии вследствие своего свойства - термической неупрочняемости получили широкое использование в изделиях длительного хранения, особенно после легирования этих сплавов микро-добавками бериллия [147].

Силумины - сплавы системы алюминий-кремний

Под руководством Г.Г. Музалевского с 1929 года С.М. Воронов и А.Ф. Белов проводили в лаборатории, а затем и в цеховых условиях опыты по литью и прокатке сплавов алюминия с кремнием (силуминов). Процентное содержание составляющих компонентов было различным. В 1931 году они завершили первую серию опытов. Наряду с организацией фасонного литья картеров самой сложной

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ
конфигурации и других изделий авторам удалось прокатывать алюминиевые
сплавы с содержанием 20% кремния [168].

Исходя из опыта мировой практики того периода и опираясь на данные
полученные при проведении собственных экспериментов, авторы подчеркивали
важное значение этих сплавов и настоятельно рекомендовали внедрять их в про-
мышленность.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ (ЭЛЕКТРОНОВ)

Г.Г. Музалевский и его ученик и соратник С.М. Воронов разработали технологию производства полуфабрикатов из магниевых сплавов, называемых в 1920-1930-е годы электронами, не имея никаких первоначальных данных об этом.

До февральской революции 1917 года в Российской империи производили не более 500 грамм магния в сутки в мастерских при Военно-химическом комитете (на дату написания исследования - Государственный институт прикладной химии). П. П. Федотьев организовал в мастерских опытное производство магния (0,5 кг магния в сутки) [150]. Во время февральской революции 1917 года организованное им производство было закрыто. Разрушительная гражданская война, необходимость первоочередного восстановления разрушенных и брошенных заводов и фабрик, жизненно важных для страны, отложили дальнейшие исследования и работы по созданию производства магния и изделий из него. Восстановление обороноспособности страны, необходимость создания современных образцов авиационной техники: новых самолетов и моторов к ним, - стали причиной энергичного возобновления производств из легких сплавов.

Павел Павлович Федотьев (1864-1934) [21] - выдающийся российский и советский ученый в области технологии получения неорганических веществ, технической электрохимии и электрометаллургии цветных металлов, заложил физико-химические основы производства алюминия электролизом криолит-глиноземных расплавов (1912, совместно с В.П. Ильинским). Федотьевым и его учениками в 1914 - 1930-х годах выполнен ряд исследований, послуживших основой для создания в СССР производства магния. Был организатором производства алюминия на заводе «Красный выборжец» полностью из отечественного сырья (1929).



Под его руководством было начато и к маю 1930 года закончено строительство в Ленинграде Опытного завода для освоения в производственных условиях процесса получения алюминия. Участвовал в проектировании и запуске Волховского алюминиевого завода [378].

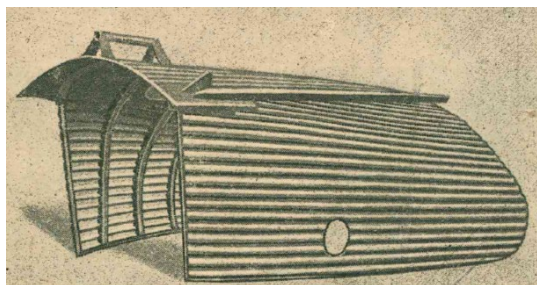
Весной 1922 года было начато освоение технология литья, прокатки, не-много позже прессования и волочения алюминиевого сплава, легированного ме-дью и марганцем (кольчугалюминия). В 1923 году поднялся в воздух самолет АНТ-1, имеющий в своей конструкции легкий кольчугаюминий (дюралюмин Д1), а в 1924 - цельнодюралюминовый самолет АНТ-2.

В 1925 году в Москве состоялась Первое всесоюзное совеща-ние по цвет-ным металлам, где было признано недопустимым зависимость СССР от поста-вок цветных металлов из-за границы, отмечена необходимость разработки оте-чественной сырьевой базы цветных металлов, производства металлов, сплавов и изделий из них, подготовки специалистов - металлургов [151]. Следующие два года после первого совещания не прошли бесследно. На следующем втором со-вещании по цветным металлам уже появились результаты работы отечественных металлургов в области исследования механических и технологических свойств гаммы известных магниевых сплавов, разработанных в Германии [152].

К работе с магниевыми сплавами - электронами приступили инженеры-металлурги в четырех организациях. В ЦАГИ - Я.Е. Афанасьев и А.С. Баль (всесторонние исследования свойств импортных магниевых сплавов, немецких, американских и английских), на заводах им. Авиакима - Г.Г. Музалевский, С.М. Воронов; и им. Ворошилова - В.А. Буталов (исследование механических и тех-нологических свойств сплавов при литье и обработке их давлением), в НАМИ (Научном автотомоторном институте) - М.М. Хрущев (исследование механиче-ских и технологических свойств сплавов при фасонном литье). Из различных магниевых сплавов были произведены отливки, слитки, прутки, листы, трубы,

проволока, поковки, фасонное ли-тье [153-155].

В результате работ, прове-денных исследователями, их выбор склонился к преимущественному использованию в отечественной промышленности немецких магние-вых сплавов - электронов. Необхо-димо отметить, что немецкие изоб-ретатели магниевых сплавов ак-тивно защищали свои оригиналь-

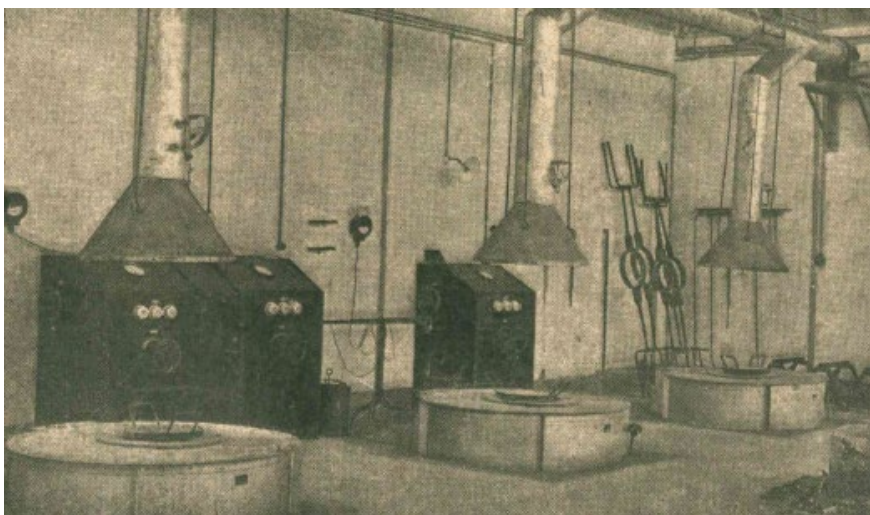


Использование одного из немецких сплавов электронов на примере капота мотора на самолетах Юнкерса [157].

ные составы магниевых сплавов, патентуя их в развитых промышленных странах,

в том числе и СССР, о чем свидетельствует, например, патент немецкой фирмы I.G. Farbenindustrie AG, зарегистрированный в СССР с первой приоритетной датой от 20 октября 1921 года в Германии [156] и Советско-германское соглашение об охране промышленной собственности от 12 октября 1925 года. Это обстоятельство позволило исключить возможные нездоровые претензии на авторство составов магниевых сплавов, подобно ситуации со сплавом кольчугалюминий (дюралюмин Д1), описанной в настоящем издании выше.

1928 году Г.Г. Музалевский и С.М. Воронов впервые в Советском Союзе провели серию лабораторных опытов по установлению методов плавки и литья магниевых сплавов (электрона), уточнению условий горячей и холодной прокатки, а также термической обработки их [157].



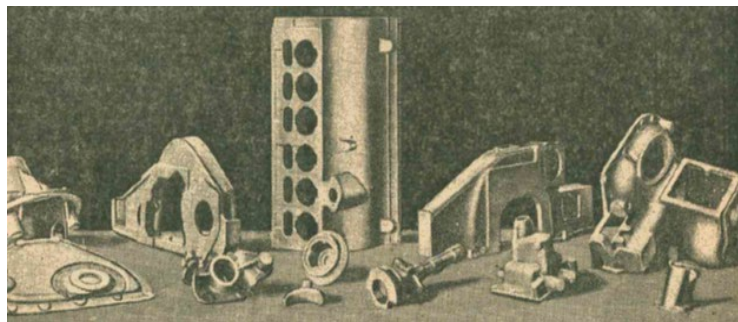
Участок плавки сплавов «электрон» на заводе №1 им. Авиакима с электрическими печами Russ. Вторая половина 1920-х годов [157].

10 апреля 1930 года Г.Г. Музалевский выступил с докладом «О новейших достижениях в области легких прокатываемых сплавов» на конференции цветной и золото-платиновой промышленности. Было отмечено, что завод наладил плавку, литье и изготовление деталей из магния в литом виде и обработкой давлением, освоил производство листов. Но достигнутое завод считал только началом работ, ибо, хотя полученные механические свойства и были удовлетворительными, инженеры все же считали, что методика производства электрона нуждалась в дальнейшем совершенствовании: плавка еще не давала достаточно стабильных результатов [133].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

О самих же сплавах-электронах Георгий Григорьевич доложил следующее:

«Главнейший недостаток сплавов электрон в прокатанном и прессованном виде, при сравнении с дуралюмином, это - пониженные механические свойства. Если даже отнести крепость (предел прочности - современное название) к удельному весу (плотности - современное название) при одинаковом удлинении, то для листов дуралюмина повышенного сопротивления получим удельную крепость (удельную прочность): (44-47): $2,7 = 15,7-16,8$, а для электрона (24-32): $1,8 = 15,4-17,6$. Поэтому электрон, как конструкционный материал, для ответственных частей при сравнении с высокими сортами дуралюмина не имеет никаких преимуществ, но для неответственных деталей, изготовляемых из дуралюмина, алюминия и стали, электрон может найти большое применение при своей легкости, и будущее развитие магниевых сплавов может быть вполне обеспечено. Крупным недостатком электрона следует считать коррозию, которая проявляется в сильной степени под влиянием атмосферы воздуха, особенно влажного воздуха и воды. Если часто препятствием к распространению дуралюмина служит его слабая сопротивляемость коррозии, то тем более это должно относиться к электрону, и к применению его следует подходить с большой осторожностью. Не менее серьезным недостатком электрона является его незначительная вязкость и тяжелые условия обработки в процессе изготовления деталей. При перегибах, давяльных и штамповочных работах должны приниматься меры для подогрева металла и инструмента до температуры $300-350^{\circ}\text{C}$, что, конечно, всегда будет представлять затруднения и усложнения процесса. Наконец, самый процесс изготовления листов, труб, профилей из электрона отличается от производства алюминиевых сплавов как в отношении плавки, так прессовки и особенно прокатки его, при чем далеко не в пользу электрона.» [133].



Типичные отливки из электронов (фасонное литье в землю) на рубеже 1920-1930-х годов [157].

Результаты лабораторных исследований, проведенных в нашей стране,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

были изложены в публикациях С.М. Воронова, А.Ф. Белова и М.Е. Левича «Исследование по производству электрона» (1931 год) [153] и С.М. Воронова «Магниевых сплавы» (1932 год) [157].

Экспериментальная часть исследований включала:

1. Установление методики плавки электрона.
2. Выяснение условий прокатки электрона.
3. Возможность применения электрона для самолетостроительного фасонного литья.
4. Выяснение условий термической обработки литого и прокатанного электрона.
5. Предварительное изучение влияния алюминия и цинка, входящих в качестве основных компонентов в различных марках электрона, на механические свойства.

После завершения предварительных лабораторных опытов на заводе приступили к приготовлению электрона в условиях, близких к производственным. Эти опыты были закончены к сентябрю 1929 года.

В 1930 году на основе полученных данных был сделан вывод, что установленные технологии производства магниевых сплавов можно считать уже вышедшими из стадии лабораторных опытов, и что имеются вполне установленные заводские методы изготовления полуфабрикатов из магния и его сплавов.

После выделения из состава завода №1 им. Авиахима самостоятельного металлургического завода №34 в 1931 году началось серийное производство нескольких размеров листов и фасонных заготовок из магниевых сплавов. В меньшем объеме эксперименты с электронами и производство полуфабрикатов из них проводились на заводе им. К.Е. Ворошилова.

Не смотря на то, что по своим механическим и коррозионным свойствам электроны уступали дюралюмину Д1, большинство исследователей видели широкие перспективы



Двухместный самолет Albatros L 81 «Electra» (вверху) и его необшитое нижнее крыло - все конструктивные элементы выполнена из магниевых сплава (электрона) AZM [155, 158].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

применения магниевых сплавов в конструкциях самолетов и двигателей для них [155, 158]. Первые самолеты из магниевых сплавов были построены в Германии (1931 год) [158] и СССР (1934 год) [159].

Отечественный самолет из электрона имел несколько обозначений: ЭМАИ-1, ЭМАИ-1-34, Э-1 [159]. Инициаторами его постройки в 1933 году стали работники Московского авиационного института (МАИ) С.И. Зоншайн и А.Л. Гиммельфарб, с группой студентов разработавшие проект самолета из электрона [161]. Для производства элементов конструкции самолета, предположительно, стал сплав, немного позже получивший обозначение МАЗ (аналог сплава AZM). Основанием для выбора сплава советскими специалистами стало наилучшее сочетание прочности и пластичности. Сравнительные химические составы и свойства сплавов приведены в таблице ниже [157, 162]:



Семен Иосифович Зоншайн (1898-1978)

(слева) - доктор технических наук, выпускник МВТУ им. Н.Э. Баумана, начал работать в КБ Н.Н. Поликарпова, участник создания самолета По-2, главный конструктор самолета ЭМАИ-1, впоследствии работал в МАИ, МАТИ заведующим кафедр, профилированных на конструкциях самолетов и

аэродинамики [163, 164]. Аркадий Львович Гиммельфарб (1899-1977) - доктор технических наук выпускник Харьковского технологического института [1]. Работал в Отделе морского опытного самолетостроения при заводе «Красный летчик» (Ленинград - Санкт-Петербург), специализировался по расчетам аэродинамики и прочности. С 1931 года преподавал и вел научную деятельность в МАИ, начальник самолетной лаборатории кафедры конструкции и проектирования самолетов с 1934 года. Второй главный конструктор самолета ЭМАИ-1 [165].

Более точно информацию об использованном магниевом сплаве можно

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

узнать в архивах ВИАМа, МАИ или личного архива С.И. Зоншайна. На момент написания настоящей книги перечисленные информационные источники были автору недоступны.

Сравнительные химические составы и свойства немецкого электрона и отечественного сплава МАЗ [157, 162]

Марка сплава	Химические состав (легирующие элементы), % массовые			Механические свойства	
	Алюминий	Цинк	Марганец	Предел прочности, кг/мм ²	Относительное удлинение, %
AZM	6.0-6.5	1.0	0.2-0.5	28-32	12-16
МАЗ	5.5-7.0	0.5-1.5	0.15-0.5	30	14

На заводе №1 им. Авиахима по инициативе заместителя начальника Главного управления авиационной промышленности (ГУАП) А.М. Беленковича была создана группа специалистов и мастеров, приступившая к работам, в числе которых принимали участие три медника, один мастер и один техник. Новаторам пришлось столкнуться с трудностями при освоении нового материала. Один участников этих пионерских работ - И.И. Аврунин написал [166]: «Отсутствие подходящего помещения, материала, инструмента, а главное - отсутствие опыта тормозило работу. В этой мастерской учились нагревать паяльными лампами листовую электрон (вначале по неопытности пережигали материал), загибать уголки и, наконец, начали изготавливать кницы, уголки и ободы нервюры крыла для статических испытаний. Попутно с организацией мастерской в Московском авиационном институте конструкторская группа (в большинстве своем состоявшая из студентов) заканчивала разработку первого в истории авиации нашего Союза цельноэлектронного самолета. Активно помогал строительству самолета завод им. К.Е. Ворошилова. Он производил отливку металла, прокатывал листы и прутки. В августе 1933 года



Александр Михайлович Беленкович (1893-1937) - участник Гражданской войны, хозяйственный руководитель (фото-март 1920 года [167]).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

электронная мастерская была переведена в другое более удобное помещение при экспериментальном цехе. Первой удалось изготовить нервюру крыла для статических испытаний, затем - шпангоут № 1 коковой части фюзеляжа и отсек лонжерона крыла. К этому времени медники освоили производство небольших деталей и узлов. Кроме того, начали изготавливать профили из листового материала, освоили обжим электронных труб. Крупным объектом, выпущенным электронной мастерской, был монокок, который при статических испытаниях показал вполне удовлетворительные результаты.



Отечественный самолет из магниевого сплава «электрон» ЭМАИ-1 «СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ» [161].

В июле и августе 1934 года были изготовлены центральная часть фюзеляжа и крыло для статических испытаний. В процессе производства деталей и частей будущего самолета из электрона специалистам приходилось преодолевать большие трудности... первые месяцы при обжиге труб брак доходил до 90-140%, и только после введения приспособлений удалось разрешить и эту задачу. Между прочим, брак и его другим работам доходил до 70-80%. По 3-4 раза переделывали детали, так как в местах изгиба образовывались трещины. Металлургия первое время также «помогала» производству брака. Бесконечное количество плен, пузырей, грязи, завальцованных в материал, и шлаковые включения были настоящим бичом. Изрядно досталось металлургам, во нужно признаться, что в настоящее время они блестяще опровергли разговоры о невозможности получения доброкачественного отечественного электрона».

К концу 1934 года 4-х местный цельно-магниевый самолет был построен с применением различных видов полуфабрикатов из электрона: листов, труб, профилей. Выигрыш в весе магниевое летательного аппарата по сравнению с

таким же, но из алюминиевого сплава составил 42%. ЭМАИ-1 совершил более 600 полетов [161]. Четыре года его эксплуатации стали доказательством возможности использования магниевых сплавов для строительства авиационной и другой техники при условии соблюдения условий эксплуатации.

Технологию производства листов, профилей, прутков, труб для изготовления деталей самолета разработали Г.Г. Музалевский, С.М. Воронов, С.М. Петров, Л.С. Золотухин и другие.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ
ДИРЕКТОР СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЗАВОДА ЛЕГКИХ
СПЛАВОВ (№95)

Специализированный завод легких сплавов (№95) в 1932-1933 годах

Специализированный завод легких сплавов (№95) в Сетуни был официально запущен 1 июля 1933 года. Его строительство было начато в 1929 году [170, 171]. В течение первых трех месяцев 1932 года было освоено плавильное



1932 год. Отливка первых слитков в наклонные изложницы на Специализированном заводе легких сплавов (№95) (фото из архива А.Б. Бондарева).

бракованной продукции в 1933 году составлял не менее 50%. Сказывалась новизна проекта, к котором проектанты не были учтены особенности конструкций и работы устанавливаемого нового оборудования, опыта эксплуатации которого до этого не имелось. Необходимо было не только досконально освоить в работе новое оборудование, но и разработать новые технологии получения полуфабрикатов из дюралюмина. Инженерно-техническому составу были известны только общие параметры обработки алюминиевого сплава на оборудовании других типов из опыта заводов: №34, Кольчугинского и Ленинградского им. К.Е. Ворошилова.

оборудование - впервые в мире плавка алюминиевых сплавов в электрических печах.

В середине 1932 года на заводе было начато опытное опробование установленного прокатного и прессового оборудования. На станах Дуо была осуществлена прокатка заготовок, произведенных на Кольчугинском заводе. В январе 1933 года началось освоение горячей прокатки на стане Трио и прокатки алкледа на шестивальковом стане [21]. В этом же месяце заводу была поручена первая производственная программа выпуска продукции: плоских и круглых слитков, листов и труб, - для морского флота и гражданского назначения.

Но, строго говоря, действующим завод назвать было нельзя. Процент



1932 год. Первые трубы, изготовленные на Специализированном заводе легких сплавов (№95) (фото из архива А.Б. Бондарева). Справа налево: С.В. Марков, А.В. Читаев, Исай Соломонович Виштынецкий, через одного - П.Е. Орлов, работники прессового цеха.

Так, например, для плавки дюралюмина на заводе были установлены электрические печи. Это был первый в мире такой опыт. Технологии такой плавки, естественно, не существовало. Но в том виде, как печи были куплены, они оказались не пригодными для эксплуатации. Чтобы наладить их бесперебойную работу, пришлось изменить форму фасонного кирпича и отказаться от силикокарбидных пластинок в конструкции печи. Сделали открытую летку (для выпуска жидкого металла) из специального фасонного кирпича, изменили ряд других элементов конструкции печи. [172]. В результате конструкция печи была изменена примерно на 30%. Фактически, это была уже печь другой конструкции.

На помощь в освоении заводского оборудования в Сетунь были направлены бригады и отдельные работники заводов: №34, Кольчугинского и Ленинградского им. К.Е. Ворошилова. Но и для них, обладавших опытом работы с дюралюмином, непросто было начинать работу на оборудовании, до этого им незнакомом.

Недоставало и высококвалифицированных кадров, обладавших глубокими техническим знаниями. Пришедшие на завод молодые специалисты Александр Федорович Белов, Михаил Павлович Семенов, Исай Соломонович Виштынецкий, Соломон Миронович Сандлер, Борис Федорович Румянцев и другие не обладали необходимым производственным опытом. Из новых инженеров только А. Ф. Белов имел определенный производственный опыт, приобретенный во время работы на заводе им. Авиахима: все остальные пришли прямо из вузовских аудиторий [21].



1933 год. Первые листы, изготовленные на Специализированном заводе легких сплавов (№95) (фото из архива А.Б. Бондарева). Справа налево: мастер цеха, Исай Соломонович Виштынецкий, Иван Дмитриевич Домов.

Не способствовали освоению технологических процессов и выполнению государственной производственной программы чехарда в руководстве завода. В сентябре директор завода Николай Петрович Заборов и его заместитель Николай Агафонович Данилович были направлены на строительство заводов №120-121 (будущий Балашихинский литейно-механический завод - БЛМЗ) в подмосковную Балашиху [173, 174]. Из руководства завода в сентябре 1933 года

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

остался только главный инженер Борис Петрович Рольщиков, который до участия в строительстве завода в Сетуни специализировался на олове и оловянных сплавах. Достоверные данные об исполняющем обязанности директора, назначенного вместо Н.П. Заборова, пока недоступны, но скорее всего именно Б.П. Рольщиков, оставшись одним из всего руководства завода, временно исполнял с сентября 1933 года обязанности директора завода до 31 декабря 1933 году. В этот день он был отстранен от должности и направлен на работу в город Балхаш (Казахстан) в должности заместителя главного инженера Балхашского медеплавильного завода. В 1937 году был арестован по ложному обвинению, в 1938 году - расстрелян, в 1957 году - реабилитирован за отсутствием состава преступления [175]. С 1 января по сентябрь 1934 года директором завода был Алексей Максимович Конторщиков с опытом работы на руководящих должностях теплоэлектростанций [176].



Слева направо: Николай Петрович Заборов, Николай Агафонович Данилович, Борис Петрович Рольщиков, Алексей Максимович Конторщиков (фото из архива А.Б. Бондарева, [177, 178]).

В этих условиях 1 декабря 1933 года состоялось назначение Георгия Григорьевича Музалевского на должность технического директора (главного инженера) Специализированного завода легких сплавов (завод №95), а в сентябре 1934 года - на должность директора завода [176].

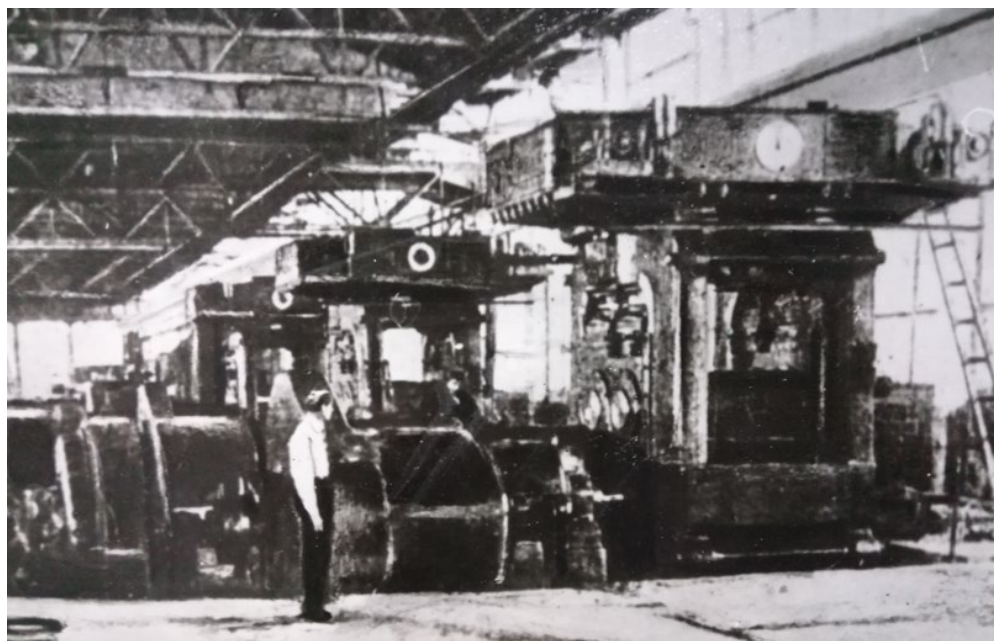
Первые мероприятия для совершенствования производственных процессов

В те годы Г.Г. Музалевский был наиболее крупным специалистом в области обработки цветных металлов, имевшим 11-летний опыт работы с алюминиевыми сплавами. Специализированный завод легких сплавов строился с учетом многих его предложений и достижений в области совершенствования технологических процессов. Теперь ему предстояло возглавить эффективное освоение

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

всего комплекса оборудования и металлургических процессов на современном крупном предприятии, не имеющих равных в Европе. И он целиком отдался этой большой ответственной работе.

Как и на заводе им. Авиахима Георгий Григорьевич первые месяцы своего пребывания на Специализированном заводе легких сплавов (№95) уделил большое внимание прежде всего становлению литейного и прокатного цехов. В литейном цехе закладывалось качество для изготовления всех видов проката, прессовых заготовок, а в будущем и штампованных изделий. В наиболее крупном в Советском Союзе прокатном цехе решалась судьба обшивочных листов для строительства цельнометаллических самолетов, а также общих объемных показателей товарного выпуска завода.



1930-е годы. Один из пролетов прокатного цеха завода. На первом плане прокатчик П.Г. Привалов (фото представлено музеем ВИЛСа в 2017 году).

11 января 1934 года завод был передан из системы Главцветметобработки в распоряжение Главного управления авиационной промышленности (ГУАП) Наркомата тяжелой промышленности. С этого времени началась загрузка предприятия заказами по жестким техническим условиям для авиационного применения. Естественно, что это сразу же отразилось на осложнении всего производственного цикла, вызвало массу затруднений в цехах. Резко возрос брак. Уже 15

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

января 1934 года Г.Г. Музалевский выступил в заводской газете «Ударный труд» с большой статьей: «Задачи заводской технической партконференции по борьбе с браком» (архив Ф.И. Квасова).

Задач и мероприятий было слишком много. Здесь-то и пригодился опыт, накопленный Г.Г. Музалевским во время работы на заводе им. Авиакима и на заводе №34.

Много хлопот вызвал переход в работе с импортного алюминия на первичный нерафинированный алюминий, поставлявшийся Днепровским алюминиевым комбинатом (ДАК), запущенный в действие, как Сегуньский завод, в 1933 году [179]. Из-за некачественных слитков в готовых полуфабрикатах появился брак в виде пузырей. Исследования показали, что этот брак вызывался наличием шлаковых и газовых включений. В связи с этим завод №95 выступил перед руководством ДАК (в 1934 году был переименован в Днепровский алюминиевый завод - ДАЗ [179]) с требованием об улучшении качества первичного сырья.

В своих записках, озаглавленных «Три года борьбы за создание завода легких сплавов» Г.Г. Музалевский написал:

«Переход производства нашего завода с импортного чушкового алюминия на алюминий Днепровского алюминиевого комбината (ДАК) с февраля 1934 года вызвал резкое увеличение брака готовой продукции, в особенности по сквозным пузырям. Исследование этого вида брака показало наличие шлаковых загрязнений (окисные и флюсовые включения), попавших в плавку с чушковым алюминием. Об этом мы немедленно поставили в известность Главалюминий и ДАК, требуя обязательного введения рафинировки на все количество металла, поставляемое нам. Однако, несмотря на наши настояния, те партии чушкового металла, которые ДАК нам поставлял, за исключением ничтожного количества, представляли собой нерафинированный алюминий» (архив Ф.И. Квасова).

Преодолев все трудности с обеспечением первичным алюминием и освоением новых технологических процессов в условиях работы с мало обученными кадрами, коллектив завода при активном творческом участии Георгия Григорьевича Музалевского к концу 1934 года вышел на проектную мощность. В процессе производства проката из алюминиевых сплавов вскрылись крупные недостатки в проекте завода, в том числе в конструкциях плавильных печей, в методике плакирования и технологии прессования. Под руководством Г.Г. Музалевского началась модернизация и замена некоторых агрегатов по литью и термообработке на более совершенные и главным образом, отечественного производства.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В июне 1935 года изготовленная на заводе электрическая плавильная печь выдала первую партию слитков. Преимущества электрических плавильных печей Георгий Григорьевич пропагандировал в ряде статей и докладов, когда работал на заводе им. Авиахима. Здесь, на Специализированном заводе легких сплавов, он потребовал конкретных дел от конструкторов и механиков [21].

Руководитель конструкторской группы Рувим Исаевич Барбанель позже писал: «Пуск этой печи построенной и смонтированной целиком силами завода,



Рувим Исаевич Барбанель (1909-1972) (фото 1932-1933 года из архива А.Б. Бондарева) - **выдающийся конструктор металлургического оборудования, в будущем - главный инженер Каменск-Уральского металлургического завода (КУМЭ), фактический руководитель ОКБ-65 в Сегуни, заместитель начальника ВИАС, доктор технических наук.**

интересен не только с точки зрения довольно значительной экономии валюты, но и имеет большое значение, ибо с пуском этой печи завод завершает огромный путь в своем развитии, путь от освоения импортных электрических печей до постройки их собственными силами» [21].

Одновременно была построена новая печь для переплавки отходов и существенно реконструированы работающие. В листопрокатном цехе Г.Г. Музалевский провел несколько мероприятий по оздоровлению обстановки с выпуском обшивочных листов. Это немедленно снизило брак на 20% (архив Ф.И. Квасова).

Была введена холодная прокатка листов с переменной направления прокатки, испытан метод отжига листов и лент непосредственно после прокатки. Для повышения качества выкатки закаленных листов, в том числе их поверхности, вводится дополнительный отжиг с перенесением окончательной прокатки с шестивалковых станков на станы дуо, имеющих валки больших диаметров. Внедряется ряд улучшений в технологии изготовления штамповок в кузнечном цехе.

В прокатном цехе экспериментировались два способа нагрева листов перед закалкой в воздушных печах и селитровой ванне. Наиболее эффективным оказался нагрев в селитровой ванне. В ней листы нагревались значительно быстрее и при этом обеспечивалось равномерное распределение температуры во всех точках ванны. В прессовом цехе

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

была введена обязательная операция расточки слитков перед прессованием из них трубной заготовки [21].

Были внесены существенные улучшения в технологию волочения проволоки, главным образом за счет внедрения усовершенствования инструмента и более эффективных смазывающих материалов.

Инженерно-технические работники в содружестве с передовиками производства при активном участии всего коллектива завода уверенно овладевали техникой, совершенствовали технологические процессы производства.

Г.Г. Музалевский придавал большое значение повышению квалификации специалистов.

С этой целью он организовал цикл лекций, которые читали выдающиеся ученые: металлурги и металловеды А.А. Бочвар, Н.В. Гевелинг и С.М. Воронов. Как свидетельствует заводская газета «Ударный труд», Г.Г. Музалевский сам неоднократно выступал с лекциями по прокатному производству.



Слева направо. Андрей Анатольевич Бочвар (1902-1984) - выдающийся советский ученый-металловед, Академик АН СССР, открыл явление сверхпластичности металлов, заложил основы структурной теории жаропрочности сплавов, установил закономерности деформации изделий из металлов с разным типом кристаллической решетки при циклических изменениях температуры, научный руководитель производства оружейного плутония для первой отечественной атомной бомбы. Николай Владимирович Гевелинг (1897-1946) - советский военачальник, генерал-майор инженерно-авиационной службы, российский ученый металловед, заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Савватий Михайлович Воронов (1899-1953) - выдающийся советский ученый-металловед и технолог, ученик и соратник Г.Г. Музалевского [134, 180, 181].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Большинство рабочих основных профессий занималось в кружках овладения техникой, которыми руководили начальники цехов и многие члены научно-инженерной секции завода.

Предприятие постепенно занимало ведущее положение в снабжении авиастроителей полуфабрикатами из легких сплавов.

В проведении всех исследований инженерно-технические работники отдела главного металлурга, возглавляемого С.М. Вороновым, получали самую горячую поддержку у Г.Г. Музалевского. Во многих наиболее актуальных разработках он принимал личное участие [183].

Благодаря значительному усовершенствованию технологических процессов и внедрению ряда организационных мероприятий коллектив завода добился коренного улучшения в своей производственной деятельности. В IV квартале 1934 года он выпустил продукции в 2,5 раза больше, чем в I квартале того же года. В ноябре 1934 года завод рапортовал о достижении проектной мощности [21].

В приказе № 381 от 11 декабря 1934 года по Главному управлению авиационной промышленности было отмечено:

«1. Переданный согласно приказу НКТП от 11 января в Объединения Глававиапрома завод №95 в течение 10 месяцев 1934 года завод провел большую работу по освоению производства и исправлению недочетов проекта и установленной ранее технологии.

2. В процессе освоения производства завод коренным образом перестроил технологию производства и поднял ее на более высокий технический уровень.

3. Завод также достиг больших успехов в проектировании и постройке электропечей, тем самым расширив наиболее узкие места производства.

4. Завод добился повышения выпуска продукции за счет умелого использования низкосортных отходов.

В результате указанной работы завод в ноябре достиг 100% мощности по основному проекту» (архив Ф.И. Квасова).

Новый алюминиевый сплав М95 (дюралюмин - Д6) для скоростного бомбардировщика СБ

В декабре 1933 года ВВС РККА был подготовлен план развития авиационной промышленности СССР, где значился средний бомбардировщик «СБ». Специально для создания этого самолета в феврале 1934 года в ЦАГИ была организована конструкторская бригада №5 во главе с главным конструктором

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Александром Александровичем Архангельским, под общим руководством Андрея Николаевича Туполева. Проект носил рабочее название ЦАГИ-40 или АНТ-40 [183].

Разрабатывая конструкцию самолета, конструкторы приняли схему среднеплана (в отличие от традиционного моноплана с нижним крылом). Гофрированную обшивку заменили гладкой, используя для этого полированные листы, для улучшения аэродинамических свойств самолета, что одновременно придавало машине изящный вид [184].



Скоростной бомбардировщик АНТ-40 (СБ-2 М-100А) на испытаниях в НИИ ВВС [185].

Однако, механические характеристики существующего сплава дюралюмина Д1 не соответствовали требованиям конструкторов самолета, отказавшихся от гофрированной обшивки в его конструкции. Поэтому перед металловедами и металлургами была поставлена задача создать и освоить новый алюминиевый сплав, который был бы прочнее существующего дюралюмина Д1. Требовался сплав, который бы обладал после закалки и естественного старения сопротивлением разрыву не менее 44 кг/мм^2 (431 МПа) при удлинении не ниже 15%, а после искусственного старения отношением предела текучести к сопротивлению разрыву равным 75% при пределе текучести (0,2%) около 40 кг/мм^2 (392 МПа) [21, 176, 186].

Группа инженеров ВИАМа и Ленинградского завода им. К.Е. Ворошилова предложили сплав марки ВВ (ВИАМ-завод им. К.Е. Ворошилова). Сплавы ВВ делились на сплавы ВВ1, предназначенные для изготовления лакированных листов, лент, полос и профилей, и сплавы ВВ2 - для изготовления труб и прутков без лакировки. Исходя из химического состава и механических свойств сплавов, была выпущена временная инструкция на химический состав сплава ВВ [13].

Предложенные алюминиевые сплавы имели одинаковые содержания кремния (0.6-0.8 %, массовые) и титана (0.15-0.25 %, массовые), но содержание меди, магния и марганца в них отличались друг от друга [21]:

Марка сплава	Содержание легирующих элементов, % массовые		
	Медь	Магний	Марганец
ВВ1	4.7-5.2	0.6-0.75	0.8-1.2
ВВ2	4.3-4.8	0.5-0.7	0.6-1.0

Механические свойства новых сплавов удовлетворяли требованиям конструкторов для листов. Относительное удлинение прутков (больше 10%) и труб (больше 12%) было немного меньше требуемых. Но, тем не менее, сплав ВВ (в двух вариантах: ВВ1 и ВВ2) был признан ЦАГИ основным конструкционным материалом для строительства самолета СБ [21].

Новый сплав системы Алюминий-Медь-Магний и последующие за ним стали называть супердюралюминами [186]. Они имели более высокие механические свойства, чем сплав дюралюмин Д1, но были менее технологичны. Достаточно хорошие механические свойства этих сплавов можно было получить только при исключительно точном соблюдении режимов термической обработки. Всесторонние испытания изделий из этих сплавов показали, что, хотя они и более прочнее, чем дюралюмин Д1, но крайне чувствительны к коррозии под напряжением и обладают пониженной стойкостью при повторяющихся нагрузках.

В результате многочисленных рекламации заводов потребителей на листы, поставляемые заводом им. К.Е. Ворошилова привели к приостановке производства этого сплава.

На заводе №95 также приступили к изготовлению полуфабрикатов из этого сплава. Однако уже в первые месяцы работы была выявлена его крайне низкая технологичность и несоответствие показателей технического паспорта по

сопротивлению на разрыв с фактическими данными изготовленных из него полуфабрикатов. С 19 сентября 1934 года по 15 марта 1935 года на заводе было проведено 8 плавок. Из 1386 закаленных листов, полученных из слитков этих плавок, на испытание поступило 818 или 59%. Из 818 листов отвечало техническим условиям только 64, или 7,8% [21].

В приказе Главного управления по обработке цветных металлов в марте 1935 года, в частности, говорилось: «Потребителями листов сплава ВВ завода им. К.Е. Ворошилова обнаружено несоответствие механических свойств поставляемых листов против данных паспорта, а также неравномерность этих свойств в разных местах листов». Неудовлетворительные технологические свойства, особенно ярко проявившиеся при его обработке, привели к тому, что сплав ВВ не получил промышленного применения [21].

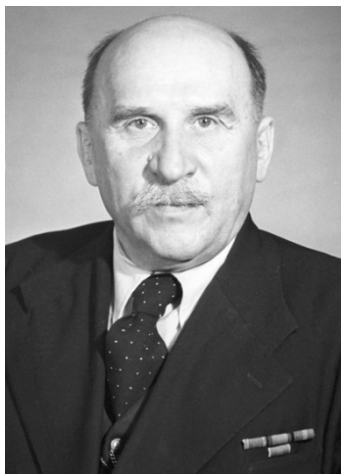
«Не добившись на протяжении пяти месяцев удовлетворительных показателей по сплаву ВВ, - вспоминал впоследствии директор специализированного завода Г.Г. Музалевский, - мы пришли к заключению, что корень всех неудач лежит в неправильном химическом составе сплава, предложенном работниками ВИАМ. Так как последние не хотели признать эту ошибку и пойти на изменение состава, то мы решили действовать самостоятельно» [21].

Г.Г. Музалевский решил лично заняться разработкой оптимального сплава. Обобщив вместе с главным металлургом завода С.М. Вороновым все материалы, он установил, что для упрочнения сплава необходимо иметь в нем больше магния и меньше марганца [186]. Были начаты эксперименты по подбору компонентов, добавляемых к алюминию. Отливаемые слитки обрабатывали давлением с целью выявления технологических свойств. После многочисленных проб получен сплав, который вначале назвали М95 (Музалевский - завод №95), а впоследствии получивший наименование Д6.

По сравнению со сплавом ВВ М95 содержал немного меньше меди и марганца (основные легирующие элементы), но чуть больше магния: 4.6-5.0 % меди, 0.7-1.0 % магния, 0.6-1.0 % марганца [186]. Кремний в сплаве был определен как вредная примесь и ограничен до 0.6%. Вредной примесью было признано железо и ограничено до 0.6%. Максимальное содержание кремния и железа определялось их содержанием в чушках первичного алюминия, используемых для приготовления сплава. Добавки титана (0.1-0.2 %) были признаны излишними и в состав нового сплава не вошли.

Одновременно работала авторитетная комиссия по изучению всех аспектов

внедрения предложенных сплавов. В комиссию вошли видные ученые: А.А. Бочвар, Н.В. Гевелинг, С.А. Погодин и Г.Г. Уразов.



Георгий Григорьевич Уразов (1886-1957) - русский и советский химик, академик АН СССР (1946) [187].

Автор состава сплава М95 правильно расценивает роль примесей кремния и железа и ограничивает их содержание возможно низкими пределами. Образование сложной эвтектики при избытке кремния и железа может повести к перегреву металла, обрабатываемого при достаточно высоких температурах...» [21].

На основании наблюдения всего технологического процесса, термической обработки и данных испытаний сплава М95, Комиссия пришла к выводу:

1. Химический состав сплава М95 в отношении процентов содержания составляющих его компонентов признается достаточно обоснованным.
2. Приготовление сплава при достаточной технической культуре завода не представляет особых затруднений.
3. Технология сплава несколько затруднена, но вполне осуществима на наших заводах.
4. Термическая обработка должна производиться в нормально оборудованных цехах и затруднений для производства не представляет.
5. По механическим свойствам сплав М95 признается удовлетворяющим заявленным требованиям: предел прочности может быть установленным в 44 кг/мм^2 при удлинении выше 15%.
6. В отношении коррозионной устойчивости сплав М95 оказывается несколько хуже нормального дюралюмина. Комиссия считает совершенно необходимым

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

особо тщательную плакировку сплава М95 и незамедлительное испытание на коррозию» (архив Ф.И. Квасова).

Комиссия сочла необходимым дать возможность специализированному заводу по обработке легких сплавов вести самостоятельные научно-исследовательские работы по изысканию новых легких сплавов и их обработке. Она признала сплав М95 кондиционным.

Работа, проделанная директором специализированного завода Г.Г. Музалевским и главным металлургом С.М. Вороновым, дала правильное решение вопроса получения сплава типа дюралюмин с повышенными механическими свойствами.

Коллектив предприятия занялся перестройкой производства на максимальный выпуск продукции из сплава Д6 с целью полного обеспечения этим сплавом строительства самолета СБ (АНТ-40). Средний бомбардировщик АНТ-40 в течение многих лет отроился на серийных заводах №22 в Москве, №125 в Иркутске и в первые годы войны использовался на фронтах.

Из сплава Д6 изготавливались все виды катаных и пресованных полуфабрикатов. Сплав стал основным конструкционным материалом для силовых элементов самолетов вплоть до момента применения сплава Д16 в конструкции бомбардировщика Ту-4 в послевоенное время.

М95 (Д6) был апробирован в производственных условиях, поэтому начальнику ВИАМ было предложено перестроить работу института таким образом, чтобы практические выводы и предложения, вытекающие из исследований института, проходили рассмотрение на материалovedческой секции, имеющей в своем составе компетентных представителей заводов и научно-технических организаций ГУАПа. В 1939 году, когда уже все сплавы были проверены временем, один из зачинателей промышленного производства дюралюмина Дмитрий Андреевич Петров, вспоминая о предшествующих работах советских металлургов по созданию и совершенствованию легких



Дмитрий Андреевич Петров - первый начальник 1-ого (литейного) цеха завода №95, выдающийся металлвед, доктор технических наук, профессор (фото из архива А.Б. Бондарева).

алюминиевых сплавов, среди которых был известен сплав ВВ, отмечал, что этот сплав содержал ненужные добавки титана и намеренно вводимого кремния (ухудшение способности к обработке), а также недостаточное для упрочнения количество магния. Он был заменен более рациональным сплавом М95, распространенным широко в промышленности, при разработке которого были учтены недостатки ВВ [21].

В результате внедрения сплава М95 (Д6) у одного из авторов отставленного сплава ВВ, заместителя начальника ВИАМ по научной части И.И. Сидорина возникла стойкая неприязнь к Г.Г. Музалевскому.



Григорий Константинович Орджоникидзе (партийный псевдоним «Серго») (1886-1937) - один из руководителей ВКП(б) и Советского государства, Народный комиссар тяжелой промышленности [188]- внес выдающийся вклад в индустриализацию страны: были построены необходимые в то время металлургические и машиностроительные заводы и сельскохозяйственная техника, развитие энергетики вышло на новый уровень.

Во второй половине 1935 года коллектив завода под руководством Г.Г. Музалевского развернул деятельную работу по налаживанию промышленного производства сплава М95. Роль лидера в освоение изготовления продукции из сплава М95 (Д6) возглавили коммунисты предприятия. 13 июля 1935 года заводская газета «Ударный труд» вышла с призывом «Выполним задания!».

Газета информировала читателей, что 8-9 июля проходило открытое собрание коммунистов завода совместно с кадровыми работниками и инженерно-техническими работниками. В докладе директора завода Г.Г. Музалевского о задачах, поставленных заводу на III квартал, указывалось, что «план завода на III квартал является не просто планом, а боевым, государственной важности заданием, которое задано лично Наркомом тяжелой промышленности тов. Серго Орджоникидзе».

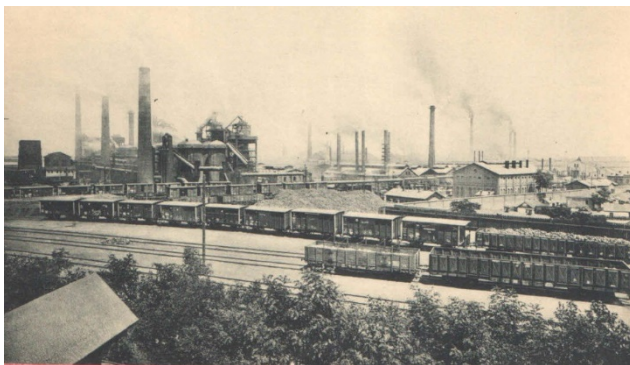
Собрание постановило: «Долгом чести партийной организации и всего коллектива завода, разрешивших проблему изготовления высокопрочного сплава М95, должно являться обеспечение массового производства этого сплава в количестве, обеспечивающем запросы нашей промышленности. Собрание единодушно выказалось «во что бы то ни

стало выполнить и перевыполнить не менее чем на 20% это боевое правительственное задание» [189].

Поставка чушкового алюминия на завод происходила с большими перебоями. Г.Г. Музалевский вынужден был обратиться лично к Наркому Г.К. Орджоникидзе с просьбой о принятии конкретных мер к заводу-поставщику - Днепровскому алюминиевому заводу (ДАЗу) и начальнику объединения Главцветметобработка. Очевидно в качестве реакции на справедливые требования директора завода №95 начальник этого объединения тут же внес предложение о его возвращении обратно в Главцветметобработку.

Отвергая эту претензию как необоснованную, Главное управление авиационной промышленности предоставило Г.К. Орджоникидзе следующую справку:

«1. Завод был принят нами в марте 1934 года в состоянии хронического прорыва в выполнении производственной про-



Общий вид Днепровского алюминиевого завода (г. Днепропетровск, Украина) в 1930-е годы [379].

граммы, с совершенно расстроеной технологией, огромным процентом брака по всем видам продукции и незаконченным капитальным строительством, стоявшим в течение полутора лет на мертвой точке.

2. Заменяв старое руководство завода и укрепив его крупными специалистами, мы вынуждены были в течение 7 месяцев в корне перестраивать установленную технологию путем изменения конструкции электроплавильных печей и технологии плавки, прокатки, прессовки и волочения, введения новой методики производства лакированного дюралюмина и термической обработки.

3. В результате огромной работы, проделанной всем коллективом, завод добился увеличения выпуска основной продукции в 4,5 раза по сравнению с 1933 годом, причем IV квартал 1934 года дал увеличение в 2,8 раза по сравнению с IV кв. 1933 г., перекрывая проектную мощность.

Задержка в дальнейшем развитии производства является результатом недостаточного снабжения алюминием. Одновременно изжит массовый брак по

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

технологическим причинам, снижены расходы по зарплате в 2,5 раза, увеличена производительность труда в 2 раза» (архив Ф.И. Квасова).

Давая такую справку о работе завода, ГУАП одновременно подчеркивало большую роль Г.Г. Музалевского, возглавившего борьбу за освоение прогрессивной технологии и передачу опыта, который он приобрел на заводе им. Авиахима.

Высокую оценку руководства Наркомата получила очень важная работа по освоению изготовления ряда штамповок из сплава М95 для авиационных двигателей. В них принимали активное участие представитель ВИАМ Николай Иванович Корнеев и Валентин Михайлович Аристов из ЦНИИТМАШ [21].



Слева направо.

Николай Иванович Корнеев, Валентин Михайлович Аристов - доктора технических наук, профессора — первые отечественные специалисты по ковке и штамповке легких сплавов. В 1930-е годы они первыми в СССР разработали и внедрили в производство технологиюковки и штамповки дюралюминов и других легких сплавов, авиационных воздушных винтов (пропеллеров) в частности. Ими в 1932 году была издана брошюра «Ковка и штамповка дюралюмина», ставшая руководством и учебным пособием для специалистов и цеховых мастеров рождающейся новой отрасли - авиационной металлургии. Марсель Кашан (фото из архива А.Б. Бондарева, [190, 191]).

Летом 1935 года, завод №95 посетил один из основателей Французской коммунистической партии, ветеран международного коммунистического движения Марсель Кашен, который прибыл в Советский Союз в качестве делегата УП Всемирного конгресса Коммунистического Интернационала. Директор завода Г.Г. Музалевский показал гостю все производственные цеха, после чего они сфотографировались. В книге записей почетных посетителей М. Кашен написал:

«Сердце старого друга трудящихся Советского Союза вновь обрадовано при ознакомлении с производством прекрасного образцового завода, который свидетельствует о тех огромных достижениях и прогрессе, каких добились наши товарищи в Советском Союзе. Трудящиеся СССР, Великой мировой родины пролетариата, строят счастливую, богатую жизнь» [21].

Фотография и текст этой записи были опубликованы в газете «Ударный труд» 20 августа 1935 года.

За достигнутые в 1935 году результаты в области изготовления проката и штамповок ГУАП объявил благодарность всему коллективу завода легких сплавов и персонально директору завода Г.Г. Музалевскому. Для премирования лучших ударников: рабочих и инженерно-технических работников, - в распоряжение директора завода был выделен фонд в размере 20 тысяч рублей.

Лично Георгий Григорьевич Музалевский Наркомом Г.К. Орджоникидзе был премирован легковым автомобилем.

Всесоюзное межсекционное бюро инженеров и техников ВЦСПС приняло решение о занесении Г.Г. Музалевского на Всесоюзную Доску Почета инженерно-технических работников и выдало ему соответствующую грамоту.

Успехи завода №95 в области внедрения прогрессивных технологических процессов и роста выпуска качественного проката были столь значительными, что на Всесоюзной конференции по производству и обработке цветных металлов 19-25 мая 1935 года в городе Ленинград все основные доклады по обработке легких сплавов сделали представители этого завода.

Борьба за поставки на завод качественного алюминия

На фоне достижений коллектива специализированного завода легких сплавов в системе Главного управления авиационной промышленности кажется странным обращение директора Г.Г. Музалевского в мае 1935 года к руководству Наркомата тяжелой промышленности о передаче завода вновь в подчинение Объединения Главцветметобработка.

К этому отчаянному шагу его подтолкнуло совершенно неудовлетворительное обеспечение производства первичным алюминием. Заводы-поставщики первичного алюминия находились в распоряжении Объединения Главцветобработка и поставляли сырье в первую очередь таким металлургическим заводам, как «Красный Выборжец», им. К.Е. Ворошилова, Севкабель и другим.

В своем обращении Г.Г. Музалевский написал: «За полтора года работы завода №95 в Объединении Глававиапром был только один период с октября до

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

февраля, когда были созданы до некоторой степени удовлетворительные условия для правильного развертывания производства, что и были вполне благоприятные результаты».

Отмечая далее неблагоприятие с поставкой первичного алюминия, Г.Г. Музалевский так заканчивает письмо: «Между тем время не ждет, авиационные заводы предъявляют все более серьезные и справедливые требования и в настоящее время положение настолько серьезно, что, по моему мнению, единственным выходом может быть только немедленная передача завода №95 в Объединение Главцветметобработка. Если Главцветметобработка сумела создать для завода им. Ворошилова вполне удовлетворительные условия по обеспечению металлом, то она сумеет тоже самое сделать и для завода №95 путем правильного распределения отпускаемых фондов чушкового алюминия.

Мне тяжело делать предложение о передаче завода в другое Объединение после 14 лет работы специально по производству легких сплавов в Глававиапроме, но считаю, что в данный момент, когда стоит угроза срыва производства всех авиазаводов, обязан сделать это заявление» (архив Ф.И. Квасова).

В этом документе четко отражена истинная забота Г.Г. Музалевского о развитии отечественной авиации, о создании мощи Советского государства. Пройдет совсем немного времени и Г.Г. Музалевский станет инициатором и борцом за дальнейшее наращивание отечественных мощностей по производству проката и штамповок из легких сплавов в авиационной промышленности.

Главное управление авиационной промышленности (ГУАП) Наркомата оказало реальную помощь заводу. В конце 1935 года его руководство рапортовало ГУАПу о том, что в результате проявленного коллективом энтузиазма в организации производства и в развитии стахановского движения годовая программа была выполнена, несмотря на тяжелейшие условия снабжения дефицитными материалами. В своих служебных записках и рапортах Г.Г. Музалевский неизменно отмечал роль стахановского движения в достижении больших успехов. И одновременно пропагандировал его на общезаводских собраниях и в заводской печати.

В своих выступлениях Г.Г. Музалевский называл передовиков производства и результаты их ударной работы.

Стахановское движение создало благоприятную основу для дальнейшего совершенствования технологии изготовления полуфабрикатов из легких сплавов и более полного использования оборудования.

Дальнейшее развитие технологии производства продукции из алюминиевых сплавов

В своих записках Г.Г. Музалевский называл 1935 год переломным. Впервые за историю своего существования предприятие выполнило годовую производственную программу.

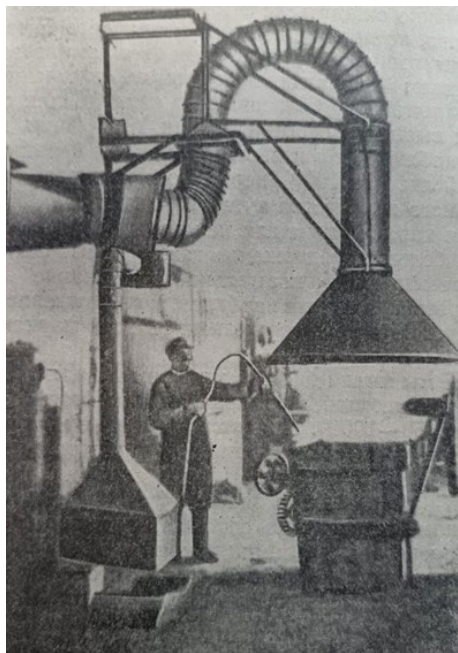
Резкое увеличение выпуска продукции на одном и том же оборудовании означает сокращение времени проведения разработанных и проверенных до этого технологических процессов. В условиях всеобщего энтузиазма работников 1920-1930-х годов, многие из которых не обладали достаточной технической грамотностью, часто новые применяемые ими, вроде бы прогрессивные, технические решения приводили к производству бракованной продукции.

В сложившейся ситуации Георгию Григорьевичу пришлось уделить особое внимание выяснению причин понижения качества продукции. А особенно - процессам в литейном и прокатном производстве, тем более, что со стороны самолето- и моторостроительных заводов увеличилось число рекламаций на обшивочные листы и штамповки.

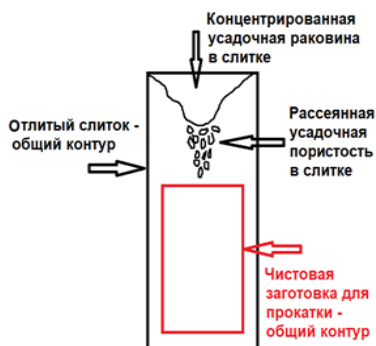
Руководство Наркомата со своей стороны обострило вопрос качества продукции и потребовало приложить максимум усилий для изжития основных видов брака.

5 января 1936 году главным инженером Главного управления авиационной промышленности был назначен А.Н. Туполев, который был первым вдохновителем борьбы за организацию производства отечественного проката из алюминиевых сплавов. Он уделил большое внимание коллективу завода №95 и несколько раз лично приезжал в Сетунь, помогая Г.Г. Музалевскому не только решать специфические вопросы по металлургическому производству, но нередко советоваться с ним по выбору экономичных заготовок для новых конструкций самолетов.

Георгий Григорьевич лично участвовал в разработке необходимых мероприятий по каждому цеху и участку. Прежде всего он обратил внимание на процессы, происходящие в литейном производстве. Здесь закладывались основы будущих качественных листов, прутков, профилей и штамповок. Он форсировал работы по конструированию и изготовлению электрических плавильных печей, расширил программы научно-исследовательских работ по отработке оптимальных условий отливки слитков. Было установлено, что чугунные изложницы являются причиной брака по интерметаллидным включениям из-за недостаточной



Установка для продувки жидкого расплава хлором [192].



Принципиальная (упрощенная) схема нахождения усадочной зоны в слитке (раковины, усадочной пористости) и контур вырезаемой чистой - годной заготовки для прокатки.

металла браковалось. Заводская газета «Ударный труд» подвергала резкой критике

скорости отвода тепла от кристаллизующегося металла. Они были заменены на стальные тонкостенные изложницы, охлаждаемые водой. Этой заменой брак был устранен, и улучшены структуры слитков и прессованных заготовок.

Вместе с главным металлургом С.М. Вороновым Георгий Григорьевич провел серию исследований по рафинированию расплава. Наиболее эффективным методом была признана продувка расплава хлором, благодаря чему резко уменьшилась газовая пористость и шлаковые включения в слитках.

Была внедрена разливка расплавленного металла из ковшей-миксеров. Проведена значительная работа по сбору, хранению и сортировке шихтовых материалов.

В прокатном цехе Г.Г. Музалевский, определив величину усадочной зоны слитка, внес в технологические карты обязательную обрезку этой зоны перед прокаткой. Он экспериментировал толщинами лакирующего слоя для разных сплавов и толщин листов, внедрил нагрев листов из сплава М95 (Д6) в селитровой ванне.

Тем не менее, прокатный цех доставлял много хлопот директору завода. Изготовление листов из алюминиевых сплавов нередко производилось с нарушением утвержденной технологии, вследствие чего большое количество

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

руководителей прокатного цеха. Г.Г. Музалевскому приходилось несколько раз лично вмешиваться в конфликтные ситуации и решать возникавшие острые вопросы. Одновременно в прокатном цехе он вместе с главным металлургом С.М. Вороновым и начальником цеха А.Ф. Беловым продолжал научно-исследовательские работы по совершенствованию технологии прокатки магниевых листов (архив Ф.И. Квасова).

В процессе проведения экспериментов было установлено, что прокатка алкледов в холодном состоянии практически неосуществима, а магниевые сплавы возможно прокатывать только в горячем состоянии из прессованной заготовки и на горячих валках.

В трубопрессовом цехе было внедрено прессование труб из промежуточной заготовки, совершенствованы закалочные печи.

Для изготовления картеров авиационных моторов в кузнечно-штамповочном цехе Георгий Григорьевич начал разработку технологииковки и штамповки, используя разработанный им ранее сплав авиаль. При его непосредственном участии совершенствовались методы штамповки поршней, самолетных лопастей.



Георгий Григорьевич Музалевский (в центре) на заседании партийного комитета ВКП(б) завода №95. 1935 год [193].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В проведении технологических и организационных мероприятий директор завода Г.Г. Музалевский, естественно, опирается на коллективы цехов, лично на начальников цехов и руководителей технических служб завода, большинство которых были его учениками: С.М. Воронова, И.Д. Домова, Д.А. Петрова, А.Ф. Белова, А.В. Читаева, С.И. Номофилова, И.С. Виштынецкого, М.П. Семенова, Ф.В. Журавлева, Б.Ф. Румянцева, В.А. Шапошникова, С.М. Сандлера, Н.Д. Хабарова, А.В. Подсеченова и других.

Благодаря проведению значительного количества мероприятий качество продукции заметно повысилось, о чем говорят такие данные, отмеченные руководством Главного управления Наркомата:

1. План 1936 года по валовой продукции выполнен на 108,5%, по товарной продукции - на 104,3%.
2. Производительность труда повысилась на 29,9 %.
3. Количество рекламаций уменьшилось в 2,6 раза.
4. Снизился брак по основным видам штамповок.

В решении Главного управления Наркомата было отмечено, что мероприятия, проведенные в 1936 году, оказали исключительно благоприятное влияние на перспективы успешной работы предприятия в предстоящем 1937 году (архив Ф.А. Квасова).

На заводе №95 Г.Г. Музалевский своим ученикам в Горной академии и Институте цветных металлов и золота, равно как и специалистам, окончившим другие институты, преподнес практический урок по освоению сложного прокатного оборудования, разработке новых легких сплавов и внедрению прогрессивных технологических процессов. И уже сверх этой, обязательной для главного инженера программы, он продемонстрировал своим ученикам и последователям, каким принципиальным и настойчивым борцом за развитие и процветание металлургии легких сплавов должен быть каждый из них.

Георгий Григорьевич Музалевский очень много успел сделать за три года, в течение которых он руководил становлением крупного металлургического предприятия.

Инженерные решения для улучшения конструкций самолетов

В годы работы на заводе легких сплавов Г.Г. Музалевскому приходилось выезжать на самолетостроительные заводы с целью улаживания острых вопросов по качеству поставляемых полуфабрикатов из алюминиевых и магниевых сплавов. К разрешению конфликтных ситуаций он всегда подходил с инженерной

точки зрения, добиваясь получения истинной информации о причинах забраковывания изделий. Нередко бывало и так, что к его выводам прислушивались маститые конструкторы и металлурги авиастроительных заводов.

Показателен в этом отношении пример по истребителю И-16 конструкции Н.Н. Поликарпова. Вот что об этом случае рассказал сын Г.Г. Музалевского - кандидат технических наук О.Г. Музалевский:

«В середине 30-х годов, в период работы отца на заводе №95, помню его чрезвычайную озабоченность в связи с появлением трещин на днищах бензобаков истребителя И-16 в процессе летных испытаний и в воинских частях. Металл для баков (сплав) поставлялся заводом №95. Пришлось отцу срочно выезжать в г. Горький, где изготовлялись эти истребители конструкции Н.Н. Поликарпова. После возвращения из командировки отец рассказал, что И-16 был создан на базе тренировочного самолета с звездообразным двигателем мощностью примерно 300 т.с. воздушного охлаждения. Самолет показал исключительную маневренность и скороподъемность. В это время появились более сильные двигатели мощностью более 800 л.с. 9 цилиндровые, также воздушного охлаждения. Был внесен ряд изменений в конструкцию самолета, усилен ряд узлов в связи со значительным увеличением скорости и перегрузок при выполнении фигур высшего пилотажа. Бензобак был увеличен по емкости.

При рассмотрении этого неприятного события, особенно в те жесткие времена, участвовали многие специалисты, в том числе Н.Н. Поликарпов. Конструкторы и самолетостроители, как это в большинстве случаев бывает, склонны были искать причину появления трещин в дефектах металла.

Отец, будучи не только хорошим технологом, но и вдумчивым инженером, предложил разгрузить диафрагму днища бензобака, сварив дополнительную внутреннюю обечайку, которая должна была соединить оба днища, разгрузив их от давления бензина при перегрузках. Этим самым уменьшались растягивающие напряжения, действовавшие на металл днища. Предложение Н.Н. Поликарповым было принято и проблема протечек баков ликвидирована» [17].

Это была уже не первая помощь Георгия Григорьевича авиаконструктору. В 1924 году Г.Г. Музалевский был командирован в Германию и Англию для изучения конструкций и закупки металлургического оборудования. Одновременно, ему было поручено, во-возможности, ознакомиться с технологией изготовления стальных лент-расчалок для самолетов-бипланов, которые проектировал Н.Н. Поликарпов [17].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В 1920-х годах авиационные конструкторы широко использовали ленточные и проволочные расчалки. Наиболее употребимыми были ленточные расчалки овального сечения, которые закупались в Англии.

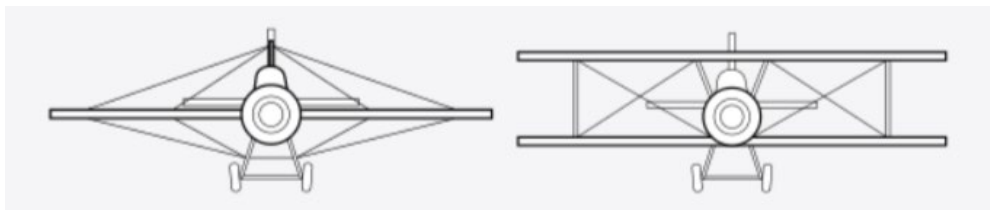


Схема использования расчалок на самолетах: моноплане (слева) и биплане [193].



Восстановленные самолеты Николая Николаевича Поликарпова с расчалками: истребитель И-153 (вверху) и многоцелевой учебно-тренировочный, почтовый, грузовой, легкий ночной бомбардировщик По-2 (У-2) [194, 195].

198].

В течение первых двух месяцев после возвращения из заграничной командировки помимо создания производства дюралюмина Д1 Георгий Григорьевич занимается освоением технологии изготовления стальных лент-расчалок. Их изготовление на заводе №1 им. Авиахима было организовано из стальных прутков путем холодной прокатки на стане Шмитц и последующей многократной протяжки на волочильном стане. С 1925 года закупка лент-расчалок по импорту была прекращена [17].

Общее число основных самолетов Н.Н. Поликарпова в которых были использованы расчалки, изготовленные по технологии, внедренной Георгием Григорьевичем Музалевским составило не менее 36 тысяч 820 единиц: - По-2 (У-2) - 33000; И-15 - 384; И-1533437 [196-

СЕРИЙНЫЕ ЦЕЛЬНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ САМОЛЕТЫ ИЗ ДЮРАЛЮМИНА М95 (Д6)

Сплавы М95 (Д6) и Д16 - правда и вымысел

Успехи коллектива завода им. Авиахима, достигнутые под руководством Г.Г. Музалевского с активным участием во всех работах главного металлурга завода С.М. Воронова, позволили сделать качественный рывок в развитии отечественной авиации. Новые самолеты: бомбардировщики СБ (АНТ-40), Пе-2, Пе-8, Ту-2, Ил-4 (ДБ-3Ф), Су-2, Ер-2, пассажирские, транспортные и военные Ли-2, - обладали техническими характеристиками на уровне аналогичных летательных аппаратов, созданных в других странах, и строились большими сериями.

Первое применение дюралюмина М95 (Д6) детально описано в профильной литературе и не вызывает никаких сомнений [21, 186]. Причиной этому стала острая соревновательно-конфликтная ситуация, возникшая из-за конкуренции разрабатываемых новых отечественных дюралюминов для их использования в конструкции самолета СБ.

Дальнейшее применение сплава М95 (Д6) в литературе не освящалось. Авторы исторических материалов о самолетах второй половины 1930-х и первой половины 1940-х годов пишут о применении в конструкциях дюралюминов, дюралей без конкретной марки сплава или даже сплава Д16 [199-205]. Термины «дюралюмины», «дюралей», с одной стороны, действительно не искажают, но, с другой стороны, и точности не дают. Написание, что в конструкциях самолетов довоенного и военного периодов применялся сплав Д16 является неверным.

В СССР первое применение сплава Д16 в авиации было осуществлено при строительстве советского стратегического бомбардировщика Ту-4 [206]. Об этом написал академик Иосиф Наумович Фридляндер в своих воспоминаниях о



Академик Иосиф Наумович Фридляндер (1913-2009) [207].

создании авиакосмической и атомной техники из алюминиевых сплавов [206]: «...Практически весь самолет (В-29 - примета автора) был сделан из американского сплава 2024... У нас шли дюралюмины несколько других составов, уступающие по свойствам сплаву 2024.». То же он отметил и в другой книге «Алюминиевые сплавы типа дюралюмин» [186]. Сведениям, опубликованным в книгах академика И.Н. Фридляндера можно доверять безусловно. В 1942 году он был назначен начальником лаборатории алюминиевых сплавов ВИАМа вместо ушедшего работать на завод №150 в Ступино Владимира Александровича Ливанова. С этого года более 60 лет И.Н. Фридляндер руководил лабораторией, которая выпускала паспорта на алюминиевые сплавы, только после выпуска которых можно было применять сплавы в изделиях авиационного назначения. Поэтому воспоминание специалиста, именно в 1946 году подписывавшего документ, разрешающего использовать сплав Д16 в авиации, имеет приоритетное значение.

Самолет Ту-4 стал переработанной копией на метрические размеры американского бомбардировщика В-29 Superfortress за исключением винтомоторных установок, радиостанции, вооружения, первой в мире системы дистанционного управления, разработанной Всесоюзным заводом №118 и ряда других приборов [208].



Бомбардировщики: американский В-29 [209] и советский Ту-4 [210] (слева направо).

Сплав Д16 являлся копией американского сплава 24S (позже получившего обозначение 2024), введенного в действие фирмой Alcoa (США) в 1931 году [208]. Он исследовался учеными ВИАМа уже в 1932 году, получив обозначение Д16 (Дюралюмин №16) [210], а также под своим оригинальным обозначением 24S специалистами завода №95 под руководством С.М. Воронова [212]. Сплав Д16 был внесен в справочник-каталог по деформируемым легким сплавам 1940 года издания [213]. В нем были приведены виды полуфабрикатов, которые можно изготовить из этого сплава, но написано, что «поставляется в опытном порядке по специальной договоренности». Это были полуфабрикаты небольших

размеров, не используемые в самолетостроении. Исследования по разработке технологии производства полуфабрикатов из сплава Д16 продолжались и в военные годы [214]. Широкое промышленное применение, в том числе и в авиастроении, «задерживалось отсутствием площадей и печей для гомогенизации» крупных слитков, «без которых применение сплава было нецелесообразно. Поэтому заводы были вынуждены выпускать полуфабрикаты из сплава повышенной прочности Д6» [186].

Когда же И.В. Сталин дал указание авиаконструкторам скопировать американский бомбардировщик, то для отечественных металлургов создание производства для листов, плит, прутков, профилей и труб из сплава Д16 (американского 24S) значительной трудности не составило. Для работ были выделены необходимое финансирование, новые производственные площади, построены печи гомогенизации (технологического отжига для выравнивания химического состава слитка).

Копирование бомбардировщика В-29 и подготовка технической документации ОКБ А.Н. Туполева было начато в июле 1945 и закончено в марте 1946 года. А меньше, чем через год, 9 мая 1947 года советская копия самолета В-29 - Ту-4 уже совершила первый полет [208]. Это произошло во многом благодаря тому, что советские металлурги имели более, чем 10-тилетний опыт работы с дюралюмином Д16.

Основной трудностью металлургов стало масштабирование производства - переход на изготовление крупногабаритных деталей: лонжеронов и плит для центроплана [206]. С изготовлением



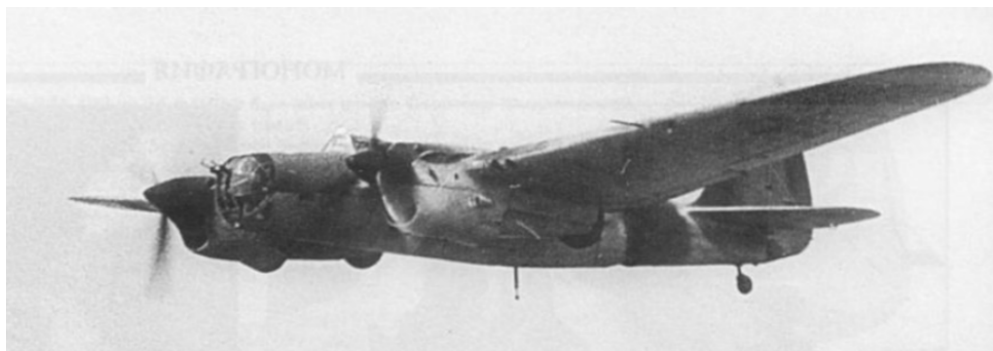
Иосиф Виссарионович Сталин [215] (1878-1953) - российский революционер, советский политический, государственный, военный и партийный деятель. Фактический руководитель СССР с 1923 по 1953 год. Одна из самых известных и влиятельных личностей XX века.

этих изделий успешно справились заводы №95 (в 2025 году - это ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА») и завод №150 в Ступино (в 2025 году - АО «Ступинская Металлургическая Компания»). На этих заводах был уже внедрен способ непрерывного литья крупных слитков в короткий кристаллизатор с последующим непосредственным охлаждением тела слитка потоками воды. Именно такая технология получения слитков позволила решить задачу поставки полуфабрикатов из сплава Д16 для создаваемого Ту-4.

Бомбардировщик СБ (АНТ-40)

Сплав М95 (Д6) и разработанные технологии производства полуфабрикатов из него открыли дорогу в жизнь этому самолету. Новый бомбардировщик стал самым массовым самолетом конструкторского бюро Андрея Николаевича Туполева. Было построено более 6600 самолетов разных модификаций [216].

Весной 1936 года началась организация полков и бригад скоростных бомбардировщиков на серийных СБ. Эти машины имели снаряженный взлетный вес в 7880 кг. Скорость самолета была равна 375 км/час, максимальная скорость - 450 км/час. Практические потолок 7800 м и дальность - 2300 км. Скороподъемность - 9.5 м/сек, бомбовая нагрузка - 600 кг [216].



Бомбардировщик СБ (АНТ-40) в боевом вылете во время сражений на Халкин-Голе. 1939 год [217].

Уникальной особенностью этого самолета было то, что аэродромом для СБ могли служить даже небольшое поле или луг. Разбег и пробег машины был не более 350 м. Зимой, когда снежный покров превышал 30 см, СБ оборудовали убирающимися лыжами. Их устанавливали так: створки отсека колесного шасси демонтировали, а на их место ставили специальные обтекатели, сделанные по контуру лыжи в убранном положении [218].

Бомбардировщик СБ стал одним из лучших в мире в своем классе в период

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

между мировыми войнами. Вплоть до появления Пе-2 он был основным бомбардировщиком в СССР, производился и применялся в других странах.

Первое боевое крещение СБ получил в 1936 году, где с полной бомбовой нагрузкой летал в небе Испании. Первоначально скорость советского бомбардировщика была больше скорости истребителей противника [216].

В 1937-1941 годах на СБ советские и китайские летчики бомбили японских захватчиков на Дальнем Востоке. В 1938-1939 годах СБ активно применялись в советско-японских конфликтах на озере Хасан и Халкин-Голе, во время советско-финской войны 1939-1940-х годов [219].



Прогрев моторов СБ 50-го специального бомбардировочного авиаполка во время «зимней» войны с Финляндией [219].

К началу Великой Отечественной войны СБ, будучи уже устаревшим, был основным фронтовым бомбардировщиком военно-воздушных сил СССР. Он стал самолетом-солдатом, несущим тяжелейшую



Бомбардировщики СБ эскадрильи Lelv 6 ВВС Финляндии, переданные Германией Финляндии [216].

боевую нагрузку в неравных условиях в первые месяцы войны. В 1942 году ему

на смену постепенно пришли бомбардировщики следующего поколения Пе-2 и Ту-2. Небольшая часть оставшихся СБ принимала участие в боевой работе до конца Великой Отечественной войны.

Благодаря передовым для своего времени техническим характеристикам СБ, помимо Китайской республики, заинтересовал Военно-воздушные силы Чехословакии. В 1937 году самолеты и лицензия на их ограниченное производство были проданы в Чехословакию. Проданные и изготовленные СБ служили в ВВС Германии после оккупации Чехословакии, часть самолетов была передана Германий своим союзникам Болгарии и Финляндии. Они прослужили в войсках этих стран до конца войны [216].

Бомбардировщик Пе-2

Этот самолет заменил устаревший уже к 1940 году бомбардировщик СБ. В годы Великой Отечественной войны он стал не только самым массовым пикирующим и средним, но и самым многочисленным бомбардировщиком в советских ВВС. За пять лет отечественной авиапромышленностью было построено 11 430 Пе-2 всех модификаций [200]. Помимо основной, бомбардировочной версии, самолет в малых сериях был тяжелым истребителем (Пе-3), перехватчиком, разведчиком, тяжелым штурмовиком, учебным. На нем пробовали устанавливать реактивные двигатели.



Пикирующие бомбардировщики Пе-2 в боевом полете [221].

Этот уникальный самолет был создан в специальной тюрьме НКВД - ЦКБ-29 под руководством Владимира Михайловича Петлякова бригадой конструкторов: А.И. Путиловым, А.М. Изаксоном, К.В. Минкнером, Н.И. Петровым, А.А. Енгибаряном, К.В. Роговым, Качкачяном, С.М. Лещенко, И.И. Базенковым, Е.К. Стоманом, Е.П. Шекуновым, А.С. Абрамовым, Шаталовым, В.П. Невдачиним [220].

Первоначально конструкторская бригада под руководством Владимира Михайловича Петлякова получила задание спроектировать высотный истребитель под обозначением «100» с большой дальностью полета. Первое летное испытание «сотки» состоялось в декабре 1939 года. Однако, в условиях приближающейся войны руководство ВВС СССР обратило внимание на отсутствие в авиации отвечающего современным требованиям пикирующего бомбардировщика средней дальности.

И бригаде конструкторов В.М. Петлякова было поручено за 45 дней преобразовать высотный истребитель в пикирующий бомбардировщик. Для быстрого решения поставленной задачи В.М. Петлякову в помощь передали конструкторов из ОКБ А.С. Яковлева, С.В. Ильюшина, А.А. Архангельского и других. 23 июня 1940 года начата постройка первой серийной машины. Первый полет серийного Пе-2 состоялся 15 декабря 1940 года. В начале июля 1940 года заводам были переданы все рабочие чертежи и конструкторская документация [199].



**Снаряжение авиационными бомбами на пикирующего бомбардировщика Пе-2 [224].
На фото хорошо видна клепаная обшивка самолета листами из сплава М95 (Д6).**

Сплав М95 (Д6) использовался в самолете в несущих элементах конструкции, стабилизаторах, рулях, обшивке корпуса и крыльев.

Летчики очень положительно отзывались о Пе-2.

Аносов Александр Петрович (73-й бомбардировочный авиационный полк Краснознаменного Балтийского флота (КБФ), позже - 12-й гвардейский бомбардировочный пикировочный авиаполк) вспоминает [222]: «Планер - отлично. Великолепный. Пе-2 редкостно «летучий» самолет. Я же с истребителя на него пересел и особой разницы в «чуткости» управления не видел. Реагировала «пешка» на дачу рулей моментально. Все маневры выполняла резко, рывком, «по-истребительному». Если оценивать Пе-2 как самолет в целом, то могу сказать, что мне очень нравилось летать на Пе-2, летишь и наслаждаешься. Пе-2 «строгий» на посадке, рассчитан на хорошего летчика. Я на «пешке» летал, как «в сказке». Я же говорю - почти истребитель! Обзор из кабины великолепный. Вперед, вбок, вперед-вниз - отлично. Все открыто, сам сидишь, - борт самолета почти по пояс, внизу кабины стекло большое, хороший обзор. Назад летчик почти никогда не смотрел, этим штурман занимался. У штурмана тоже обзор был хорошим.



Экипаж Пе-2 обсуждает боевое полетное задание перед вылетом [223].

Сиденье летчика было удобное, очень хорошо регулировалось. На сиденье была бронеспинка очень надежная. У нас были случаи, когда бронеспинка выдерживала попадания 20-мм снарядов немецких авиационных пушек. Оборудование кабины было по тем временам хорошим. Приборное обеспечение не скажу,

что было богатым, но вполне достаточным.

У Пе-2 все боевые качества сочетались просто изумительно. Пе-2 был невероятно устойчив на всех скоростях. Ведь пикируем 720 км/час, а «пешка» шла «как по нитке». Никаких рысканий, а это для точности бомбометания много значит («пешка» бомбила очень точно). Если цель захватил в прицел - не выскользнет. Но при такой остойчивости (есть у моряков такой термин) была маневренна «пешка» невероятно. А в бою, когда с истребителями кружишься, каждый метр, выигранный на вираже, это твой шанс на жизнь!

Да одна тонна - нагрузка средняя, но бомбардировщик-то пикирующий, на порядок точнее бомбит, чем обычный «горизонтальный» - это во-первых! Есть и во-вторых. Мы - пикировщики - стратегических бомбежек не ведем. У нас свои цели - мосты, корабли, артиллерийские батареи. Цели точечные. Для их уничтожения тонны бомб хватает? Вполне. И зачем тогда больше? Ведь для увеличения бомбовой нагрузки придется увеличить и габариты машины, и кончится все тем, что потеряешь возможность бомбить с пикирования. Я после войны какое-то время служил в полку, где были на вооружении Ту-2. Так ведь бомбили на них только горизонтально, хотя бомбардировщик считался пикирующим (про что я узнал почти случайно, так как «пикирования» в плане боевой учебы даже не предполагались). А почему так получилось? Да потому, что сделай несколько пикирований на этой «бандуре», и все, списывай самолет по износу планера. Ну и зачем такой «пикировщик» нужен?

Оборонительное вооружение, пожалуй, слабовато, но сектора обстрела отличные. Опять же, пулеметы мощные, крупнокалиберные, бывало, одна-две пули, и «хана» истребителю. Поэтому даже имеющееся оборонительное вооружение, в сочетании со скоростью и маневренностью, делало «пешку» далеко не самой легкой добычей для истребителя.

Уверяю, что тяжело будет найти во Второй Мировой войне пикирующий бомбардировщик, который будет хотя бы сопоставим по боевой эффективности с нашей «пешкой», не говоря уже о том, чтобы ее превзойти. Пе-2 - очень удачный пикирующий бомбардировщик. Так он еще и всю войну улучшался. Мне повезло, что воевал именно на нем.»

Тяжелый бомбардировщик дальнего действия - Пе-8

Серийное производство дальнего бомбардировщика Пе-8 было начато в 1939 году на Казанском авиационном заводе №124. Самолет был сконструирован в ОКБ А.Н. Туполева бригадой под руководством Владимира Михайловича

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Петлякова. Первоначально самолет имел название АНТ-42 (Андрей Николаевич Туполев -42). В серийное производство был запущен как ТБ-7 (тяжелый бомбардировщик - 7). А в 1942 году после гибели в авиационной катастрофе своего главного конструктора стал называться Пе-8 (Петляков-8) [226].



Конструктор бомбардировщиков Пе-2 и Пе-8 Владимир Михайлович Петляков [225].

В конструкции самолета использовались сталь 30ХГСА и дюралюмин М95 (Д6). Из М95(Д6) была изготовлена все обшивка самолета и часть несущих элементов его конструкции.

Кроме СССР (Пе-8) в это время за рубежом в создании тяжелых четырехмоторных бомбардировщиков успехов добились только США (В-17 «Flying Fortress») и Великобритания («Halifax»).

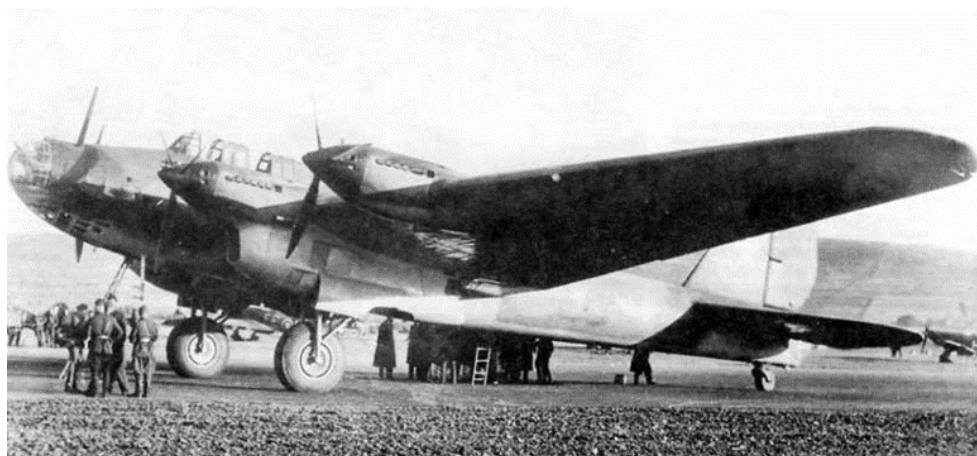
Бомбардировщики Пе-8 принимали участие в бомбардировках Берлина и Восточной Пруссии в августе 1941 года. В дальнейшем они применялись для ударов на оккупированных немцами советских территориях.

Пе-8 брал бомбовую нагрузку как 5 Пе-2. Пе-8 был дооборудован для несения фугасной бомбы весом 5000 кг. Она была специально создана для этого самолета. После взрыва ФАБ-5000 (фугасная авиационная бомба весом 5000 кг) в земле оставалась воронка глубиной 6-9 метров и диаметром 18-24 метра [227]. Крупный железнодорожный мост мог быть разрушен такой бомбой даже, если она разорвалась в 10-15 метрах от него.

Боевая работа соединений дальних бомбардировщиков в 1941-1942 годах была очень эффективной. Стала очевидной необходимость создания отдельного рода войск - Авиации дальнего действия. Новый род войск был образован Постановлением № 1392 Государственного комитета обороны (ГКО) СССР от 5 марта 1942 года. Отныне соединения дальних бомбардировщиков подчинялись непосредственно Ставке Верховного Главнокомандующего.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В 1943 году с Пе-8 были сброшены бомбы ФАБ-5000 на Кенигсберг, сосредоточение немецких германских войск в районе Могилева, Орла. Этим были затруднены перевозки немецких войск в район Курского выступа.



Май 1942 года. Пе-8 в Англии. На этом самолете народный комиссар иностранных дел В.М. Молотов летал на переговоры с У. Черчиллем (Великобритания) и Ф. Рузвельтом (США). Общий налет самолета В.М. Молотова в этой поездке составил 18000 км [227].



ФАБ-5000 перед установкой на Пе-8 перед боевым вылетом [228].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В 1944 году одна ФАБ-5000 была сброшена на Хельсинки. Возможно это обстоятельство в числе других серьезно повлияло на выход Финляндии из войны против СССР. Всего до весны 1944 года по немецким войскам было сброшено 13 ФАБ-5000.

От мирных полетов Пе-8 пользы было не меньше, чем от боевых. Именно эти самолеты успешно возили в Англию экипажи летчиков-перегонщиков, которые перегоняли самолеты в СССР.

1944 год стал последним годом боевого применения Пе-8. А полностью их применение завершилось в 1948 году, когда на смену им пришли новые стратегические дальние бомбардировщики Ту-4. Несколько Пе-8 до середины 1950-х годов использовали в полярной авиации. Один из них достиг в 1954 году Северного полюса: благополучно приземлился и потом вернулся на базовый аэродром. Использовались эти самолеты и как летающие лаборатории для испытаний новых двигателей, новых авиационных и ракетных систем.

Фронтной бомбардировщик - Ту-2

Судьба этого цельнометаллического самолета из дюралюминия М95 (Д6) с небольшим количеством деталей из дерева была непростой. Он также - продукт работы заключенных во главе с Андреем Николаевичем Туполевым в специальной тюрьме НКВД - ЦКБ-29. Изначально туполевам в 1938 году была поставлена задача спроектировать 4-х моторный пикирующий бомбардировщик для поражения кораблей британского флота - дальность нужна была, чтобы долететь до британских морских баз с территории СССР и вернуться обратно, а бомбометание с пикирования обеспечило бы точность [229]. Причиной этому стала надвигающаяся англо-французская агрессия против СССР. И нашей стране нужно было готовиться к военному ответу для защиты своих границ.

Страны бывшей Антанты после завершения Первой мировой войны не прекращали вынашивать планы по захвату и разделу СССР. Собственно, это было и не ново. Столетиями европейские государства не прекращали попыток захватить, колонизировать и грабить сначала Московское княжество, потом Российские царство и империю. Ничего не изменилось и после образования СССР, когда наша страна для европейских, присоединившихся к ним американских грабителей и убийц стала еще и идеологическим оппонентом. Возвращение России к рыночным отношениям, казалось бы, поставило нашу страну в один ряд со странами с рыночными экономиками. И отношения должны были бы нормализоваться. Но нет, желание грабить, убивать у европейцев и американцев никуда

не пропало. Первой жертвой после распада СССР оказалась Украина. Но это случилось уже через 70 лет после описываемых в здесь событий.

А в середине 1930-х годов англичане и французы углубленно занимались совместной разработкой военных планов по захвату территорий СССР. Их планирование предусматривало массированные бомбардировки из Сирии Баку, Грозного, Поти, Майкопа и Батуми для уничтожения главного центра советской нефтедобычи и нефтепереработки, а также вторжение в Закавказье экспедиционного корпуса во главе с французским генералом Вейганом. Операция на Севере предполагала высадку экспедиционного корпуса в Петсамо и совместный с финнами захват Мурманска и Карелии [230-234]. К большому сожалению, в современной России 2020-х годов к этим и аналогичным кричащим фактам чаще всего не уделяют серьезного внимания. А надо бы! Желание традиционных европейских колонизаторов и их американских потомков-последователей разграбить Россию и уничтожить ее как цивилизацию не пропадет никогда.



Схема нанесения планируемых бомбовых ударов по территории СССР английскими дальними бомбардировщиками «Halifax» [233].

Учитывая угрожающую обстановку, сложившуюся вокруг границ нашей страны, в сентябре 1939 года на совещании конструкторов бригады Туполева с представителями управления ВВС КА и НИИ ВВС РККА года было принято совместное решение о прекращении работ над дальним четырехмоторным пикирующим бомбардировщиком. Актуальные цели для ответного удара оказались в

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

этих условиях значительно ближе. Конструкторам предписали начать работы над скоростным фронтовым пикировщиком с двумя моторами. С этого момента началась история фронтового бомбардировщика Ту-2.

К февралю 1940 года был разработан эскизный проект нового самолета, и было начато строительство его макета. 1 июня 1940 года в Постановлении № 240сс (рассекречено) Комитета Обороны при СНК СССР, где в пункте 3 прямо указывалось [235]:

«3. Обязать директора завода 22 тов. Окулова и главного конструктора тов. Архангельского к 15 августа с.г. изготовить эталон пикирующего бомбардировщика СБ-РК с М-105 в количестве трех единиц с максимальной скоростью 490 м/час и запасом прочности не наше 8,5 крат.

За основу эталона принять самолет СБ-РК № 1/281, проходивший испытания в НИ ГУАС КА со следующими улучшениями:

- а) установить новую штурманскую кабину;
- б) на задней верхней стрелкой точке поставить на турель ИВ-3 специальный убирающийся фонарь;
- а) для обстрела нижней задней полусферы установить убирающуюся МВ-2;
- г) замки наружной подвески установить внутрь центроплана;
- д) довести крыльевые бензобаки до емкости 330 литров каждый;
- 4) рамку радиополукомпаса «Чайка» установить внутри центроплана.».



Ту-2С (серийный)- так выглядел фронтовой бомбардировщик, серийное производство которого было возобновлено в 1943 году [237].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В январе 1941 года Ту-2 совершил первый полет. Серийное производство самолета было начато на Омском авиационном заводе № 166, а первые экземпляры поступили в боевые части в марте 1942 года. На основе боевого опыта были внесены изменения, и завод № 166 построил в общей сложности 80 самолетов. Постановлением ГКО № 1498 от 26.03.1942 года самолет, производившийся до этого как «103В», был переименован в Ту-2 [236]. Однако, из ненадежности двигателей и ряда конструктивных недостатков выпуск Ту-2 был прекращен.

Но немедленно начались работы по улучшению конструкции самолета. Именно в их результате серийное производство Ту-2 было возобновлено в середине 1943 года.

Для этого в конструкцию самолета были внесены существенные изменения. Серийный Ту-2 получил новые более мощные двигатели. Было установлено новое пушечно-стрелковое вооружение. Самолет значительно облегчили, упростили гидросистемы и электрооборудование, установили новую систему тормозов шасси [229]. В дальнейшем машину продолжали непрерывно модернизировать.

В усовершенствованном виде Ту-2 стал достойной заменой Пе-2 на фронтах Великой Отечественной войны и войны с империалистической Японией. Всего было выпущено 2539 Ту-2. Эти бомбардировщики несли службу в нашей стране до 1952 года - года перевооружения на реактивную авиацию [229].

Кроме СССР бомбардировщики Ту-2 в различных модификациях несли службу в Польше, Румынии, Венгрии, Болгарии, Северной Корее, Китае. Последние 30 Ту-2 были списаны китайскими ВВС в 1982 году [238].

Дальний бомбардировщик Ил-4 (ДБ-3Ф)

Ил-4 созданный под руководством С.В. Ильюшина был основным типом дальнего бомбардировщика и торпедоносца Великой Отечественной войны [239]. Всего было построено 6887 экземпляров бомбардировщиков семейства ДБ (1528 ДБ-3 и 5359 Ил-4) [240]. Кроме основного назначения он использовался как буксировщик планеров для сбрасывания десантов группами в количестве 7 человек.

О правильности первоначально выбранной концепции создания самолета С.В. Ильюшиным говорит тот факт, что самолет, который создавался за 5 лет до начала Великой Отечественной войны, успешно справлялся с возложенными на него обязанностями в течение всей войны. А свою службу в войсках Ил-4 закончил в 1952 году. Ему на смену пришел Ту-4.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

29 августа 1934 года начальник военно-воздушных сил РККА Я.И. Алкснис утвердил тактико-технические требования на фронтовой ближний бомбардировщик [241]. Руководство проектированием машины было поручено начальнику Центрального конструкторского бюро (ЦКБ) завода им. В.Р. Менжинского С.В. Ильюшину, одновременно возглавлявшему третью бригаду ЦКБ. В 1935 году бригада стала Опытным конструкторским бюро (ОКБ) завода [242].



Сергей Владимирович Ильюшин (1894-1977) - выдающийся советский авиаконструктор, создавший самолеты: штурмовик Ил-2 (прозван немецкими фашистами «Черная смерть», всего построено 36090 экземпляров), дальний бомбардировщик Ил-4, пассажирские Ил-12, Ил-14, Ил-18, реактивный фронтовой бомбардировщик - носитель ядерного оружия Ил-28, первый советский турбореактивный дальне-магистральный пассажирский самолет 1-го класса межконтинентальной дальности Ил-62 [243-247].

А в туполевском КБ уже шла активная работа по доводке фронтального скоростного бомбардировщика СБ. Этот самолет уже совершил первый полет 7 октября 1934 года - через 2 месяца после получения задания на проектирования Ильюшиным [216]. С таким опозданием начинать проектировать похожий самолет означало заранее потерпеть неудачу. Поэтому Сергей Владимирович принял очень рискованное решение - под видом ближнего бомбардировщика проектировать бомбардировщик дальний!

Платой за неудачу для конструктора в 1930-е годы могли стать заключение на длительный срок, расстрел, решение суда «10 лет без права переписки». Последняя формулировка означала расстрел заключенного. Правда, особо ценных репрессированных специалистов, как правило, не расстреливали. Арестованных А.Н. Туполева, в октябре 1937 года, и И.И. Сидорина, в январе 1938 года, например, отправили в специальные тюрьмы НКВД, где они трудились по своим специальностям. Причина их ареста, скорее всего, не была надуманной. И.И. Сидорин активно внедрял неудачный дюралюмин ВВ, а А.Н. Туполев не менее активно применял его в бомбардировщике СБ. В процессе эксплуатации самолеты разрушались. Страна теряла обороноспособность и денежные средства. В этих условиях, думается, оба специалиста еще дешево отделались только спецтюрьмой НКВД!

А ильюшинцы уже через год, летом 1935, года выкатили на летное поле экспериментальный вариант спроектированного и построенного дальнего бом-



Экспериментальный ЦКБ-26 совершает посадку на летное поле [248].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

бардировщика ЦКБ-26. Фюзеляж экспериментального самолета был выполнен деревянным, крылья - из дюралюминия М95 (Д6).

Первые же полеты показали, что у самолета может быть большое будущее. Благодаря своей надежности, простоте в управлении и впечатляющей маневренности, самолет совершил настоящий прорыв - он стал первым в СССР, выполнившим петлю на двухмоторном аппарате. В активе машины шесть мировых достижений в своей категории, в основном касающихся грузоподъемности на больших высотах и скорости на дистанции в 5000 километров по кругу [248, 249].

По мнению специалистов, ЦКБ-26 представлял собой, в значительной степени, опытный летательный аппарат и не был предназначен для непосредственного участия в боевых действиях.

Дальнейшие усовершенствования конструкции позволили разработать вариант цельнометаллического самолета с применением дюралюмин М95 (Д6) - ДБ (дальний бомбардировщик) -3 (ЦКБ-30), подготовленного к организации промышленного выпуска [239].



Торпедоносец ДБ-3БТ (вверху) из состава минно-торпедного полка балтийского флота, июнь-июль 1941 года [250] и бомбардировщик ДБ-3Ф (Ил-4) тактический № 72 (заводской № 748), совершивший вынужденную посадку в городе Борисов (Белоруссия) из-за неисправности мотора летом 1941 года [251].

Производство самолета для ВВС РККА под наименованием ДБ-3С (серийный) было начато в 1936 году. Конструктивно ДБ-3 непрерывно совершенствовался. В полет уходили ДБ-3А, ДБ-3Б, ДБ-3С, ДБ-3Т, ДБ-3М. Улучшались мощность, вооружение, увеличивалась бомбовая нагрузка.

В 1938 году самолет претерпел значительные изменения в конструкции. По сути, это было не просто обновление, а кардинальная реконструкция воздушного судна: в соответствии с постоянно повышавшимися требованиями к бомбардировщикам и расширившимися производственными возможностями были изменены ключевые элементы: передняя часть корпуса, крылья, шасси, система подачи топлива и система охлаждения [199].

Изначально именовавшийся как ДБ-3Ф (Ил-4 - с 26.03.1942 [236]), бомбардировщик, после летных испытаний в период с августа по сентябрь 1939 года, был немедленно одобрен для использования в авиации РККА, и превратился в основной самолет дальнебойной авиации СССР и торпедоносец военно-морских сил. С середины 1940 года началось его массовое производство.



Бомбардировщик Ил-4 в боевом полете [252].

Впервые 30 бомбардировщиков семейства ДБ приняли участие на стороне китайской армии во время китайско-японской войны 1937-1945 годов [249]. В 1939 году советские экипажи на ДБ-3 осуществили налет на японскую авиабазу в Ханькоу. Бомбили эшелонами с высоты 8700 метров. Японцы не имели на

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

аэродроме средств противовоздушной обороны — самолеты были расположены в плотном скоплении, в четыре ряда. В результате осуществленной боевой операции было уничтожено более 50 самолетов, около 150 военнослужащих было убитой и более 300 ранено. На аэродроме был только один истребитель. Взлетев, он не смог догнать ДБ-3 [253].

ДБ-3 и ДБ-3Ф (Ил-4) успешно действовали в время советско-финской войны. 1939-1940-х годов.

С началом Великой Отечественной войны ДБ-3 стали вместе с Пе-8 первыми самолетами, наносившими бомбовые удары по Берлину и другим немецким городам. Впервые столица фашистского государства подверглась авиаудару в ночь с 7-ого на 8-е августа, нанесенному самолетами пятнадцатью торпедоносцами ДБ-3Т Балтийского флота. С 11 августа бомбардировки возобновились с участием ДБ-3Ф. Всего было совершено девять бомбардировок в августе-сентябре 1941 года [254].



Установка бомб на ДБ-3 для бомбардировки Берлина [255].

В первый год войны бомбардировщики всех серий ДБ-3 использовались не

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

только как дальние, но и как фронтовые. В 1942 году был налажен массовый выпуск бомбардировщика Пе-2, и ДБ стали основой авиации дальнего действия. ДБ-3Ф получил наименование Ил-4.

Массовое применение Ил-4, 480 самолетов, во время Сталинградской битвы помогли удержать город и освободить его.

Самолеты Ил-4 активно использовались во всех значительных военных действиях 1943 года. В битве на Курской дуге было задействовано 740 самолетов дальней авиации, основу которых составляли Ил-4. В период с июля по сентябрь 1943 года эти бомбардировщики оказывали поддержку в преддверии прорыва блокады Ленинграда.

В 1944 году нагрузка на авиационные полки, вооруженные Ил-4, возросла: проводились масштабные бомбардировки городов Финляндии, Крыма, а также удары по стратегическим объектам в Румынии. В июне эти самолеты были задействованы в Белорусской операции, в которой в общей сложности участвовало 1226 воздушных машин.



Торпедоносец Ил-4Т (ДБ-3Ф) [256].

ДБ-3 и Ил-4 активно участвовали в боевых действиях на всех направлениях, как на суше, так и на море. Они применялись не только для бомбардировок, но и для торпедных атак, а также для выполнения разведывательных заданий на большие расстояния. Эти машины буксировали десантные планеры глубоко в тыл

противника и совершали ночные вылеты в роли самостоятельных истребителей. В ходе Берлинской операции в боях было задействовано приблизительно 500 таких самолетов.

После завершения войны в Европе самолеты Ил-4 использовались в конфликте против Японии. Благодаря абсолютному доминированию советской авиации бомбардировщики могли выполнять свои задачи в дневное время и под охраной истребителей. С окончанием боевых действий производство Ил-4 было остановлено (последние четыре экземпляра были собраны в 1946 году). Эти самолеты находились на службе в вооруженных силах до 1952 года, когда были полностью заменены на Ту-4 [203].

Легкий бомбардировщик-разведчик Су-2



Бомбардировщик-штурмовик Су-2 готовят к боевому вылету [257].

«Сухой два» отличался передовой технологией изготовления и хорошим обзором из кабины. Это позволило успешно использовать Су-2 еще и в качестве артиллерийского корректировщика во второй половине Великой Отечественной войны. Для увеличения скорости полета по первоначальному замыслу Павла Сухого бомбы помещались на внутренней подвеске внутри фюзеляжа. Первоначально предполагалось выпускать самолет целиком из металла, однако дефицит алюминия в Советском Союзе не позволил осуществить это прогрессивное решение.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Поэтому конструкция самолета стала смешанной: фюзеляж и киль делали из дерева, остальные агрегаты - металлические. Передняя часть фюзеляжа представляла собой сварную ферму из труб с дюралевой обшивкой. Крыло - цельнометаллическое двухлонжеронное, с гладкой дюралевой обшивкой. Элероны имели



Павел Осипович Сухой (1895-1975) - выдающийся советский авиаконструктор, один из основателей реактивной и сверхзвуковой авиации [380].



Бомбардировщик Су-2 с двигателем М-88Б из состава 90 ОРАЭ, ранняя весна 1942-го перед боевым вылетом. [258]. На фото хорошо видны листы из дюралюмина М95 (Д6) на крыле и обтекателя носовой части самолета.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

дюралевый каркас и полотняную обшивку, снабжались весовыми компенсаторами. На левом элероне крепился управляемый триммер. Киль состоял из дюралевого каркаса и фанерной обшивки. Руль направления снабжен управляемым триммером. Стабилизатор цельнодюралевый.

В источнике вышенаписанного - Википедии - алюминиевый сплав называется «дюралем» [259]. В.А. Шавров в своей книге «История конструкций самолетов в СССР 1938-1950 г.г.» указывает, что алюминиевым сплавом был Д16 [199]. Однако, по свидетельству И.Н. Фридляндера сплав Д16 стал применяться в авиации после Великой Отечественной войны [206]. Таким образом, дюралюмином в Су-2 и его модификациях мог быть только М95 (Д6), так как предшествующий ему дюралюмин Д1 (кольчугалюминий) применялся в цельнометаллических самолетах первого поколения в гофрированном виде из-за недостаточных прочностных свойств.

Согласно данным энциклопедии музея Победы всего было изготовлено 877 «Сухих два». Серийное производство Су-2 велось с 1939 по апрель 1942 год на заводах Наркомата авиапромышленности СССР № 135 (г. Харьков, эвакуированном в начале войны в г. Пермь), № 207 (г. Долгопрудный Московской обл.) и № 31 им. Г. Димитрова (г. Таганрог) [260].

Чаще всего Су-2 использовали в роли штурмовика, хотя он не обладал для



Летчица Екатерина Ивановна Зеленко, герой Советского Союза (посмертно) [260].

этого ни мощным наступательным вооружением, ни достаточной защитой важнейших элементов конструкции. В начале войны облегченные Су-2 (без бомб и реактивных снарядов) иногда применяли даже в качестве одноместного истребителя (из-за больших потерь в первые дни войны). В этих боях самолеты Сухого проявили большую живучесть конструкции, зачастую возвращаясь на свои аэродромы с серьезными повреждениями крыльев, с поврежденными или частично утраченными хвостовыми оперениями и элеронами. Подобные факты укрепляли уверенность экипажей в достоинствах этого самолета.

На Су-2 был совершен единственный

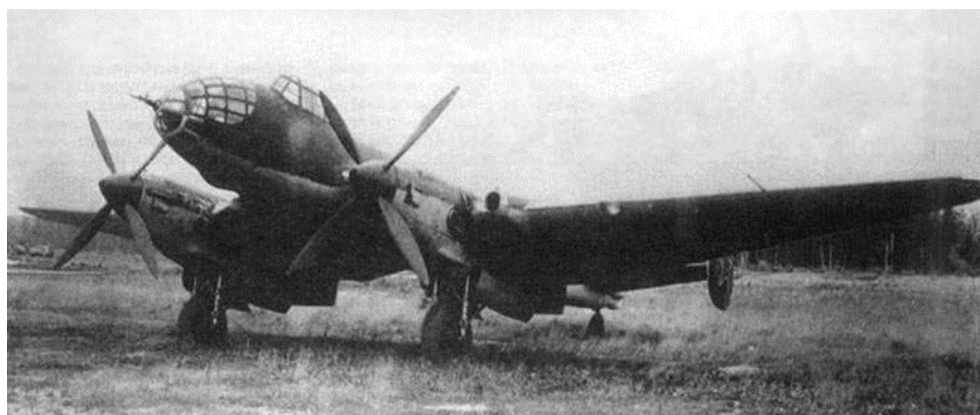
известный случай воздушного тарана, совершенного летчиком - женщиной. 12 сентября того же года летчица Е. Зеленко на своем Су-2 сбила тараном один немецкий истребитель Мессершмитт Вф 109. В 1971 году в местах, где упали самолеты, по настоянию ее однополчан были произведены раскопки. На глубине трех метров были обнаружены части ее самолета, а в нескольких километрах от этого места обломки «Ме-109» со следами таранного удара [260-262].

Дальний бомбардировщик Ер-2

В июле и августе 1941 года советские дальние бомбардировщики бомбили фашистский Берлин. Первый налет был сделан в ночь с 7 на 8 августа 1941 года. Второй - в ночь с 10 на 11 августа. Этот налет совершили дальние бомбардировщики Ер-2 (ДБ-240) и Пе-8 (ДБ-7) [263].

Ер-2 было выпущено немного - всего 462 машины. Бомбардировщик находился на вооружении Красной Армии с 1941 по 1946 год. На Ер-2 советские летчики совершали налеты на Берлин, Кенигсберг (Калининград - с 1946 года) и другие военные объекты в Восточной Пруссии. В сентябре и октябре 1941 года бомбардировщики Ер-2 бомбили железнодорожные узлы Витебск, Рославль, Гомель и Орел.

С октября самолеты Ер-2 наносили удары непосредственно по колоннам войск и бронетехники в ближнем тылу и на поле боя. Полеты осуществлялись днем, почти всегда без истребительного прикрытия. В конце войны Ер-2 вновь были использованы для бомбардировок военных объектов фашистской Германии [265, 266].



Дальний бомбардировщик Ер-2 [264].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Будущий бомбардировщик изначально был гражданским самолетом, спроектированным под руководством Роберта Людвиговича Бартини, и имел наименование «Сталь-7».



Роберт Людвигович Бартини (Роберто Орос ди Бартини - итал. Roberto Oros di Bartini) (1897, Фиуме (Австро-Венгрия) - 1974, Москва) - итальянский аристократ (родился в семье барона), коммунист, уехавший из фашистской Италии в СССР, где стал известным авиаконструктором. Физик, создатель проектов аппаратов на новых принципах (экранопланы). Автор более 60 законченных проектов самолетов. В анкетах в графе «национальность» писал: «русский». А Сергей Королев называл Бартини своим учителем и вдохновителем советской космической программы [266, 270].

Изначально он разрабатывался как 12-местный пассажирский. В 1936 году на авиационном салоне в Ле Бурже (Франция) «Сталь-7» произвел на участников и зрителей большое впечатление оригинальностью аэродинамической схемы - двухмоторный свободносущий моноплан с крылом «обратная чайка», которое органично переходило в фюзеляж треугольного сечения. В изломе крыла реализовался так называемый «эффект Бартини». Через несколько десятилетий авиаконструкторы применяли «эффект Бартини» для повышения эффективности пропеллеров и силовых установок и при создании самолетов вертикального взлета и посадки [267, 268].



Дальний бомбардировщик B-2 [269].

В 1939 году на самолете был установлен рекорд скорости 405 км/час во

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

время беспосадочный перелет по маршруту Москва - Свердловск - Севастополь - Москва длиной 5068 км со средней скоростью 405 км/час [267].

После этого и других перелетов машины Сталь-7 в ВВС РККА возникла идея создания на ее основе скоростного дальнего бомбардировщика. Работа была поручена ученику Бартини 30-летнему конструктору Владимиру Григорьевичу Ермолаеву [269]. Главный же конструктор самолета уже год к этому времени, будучи репрессированным по ложному обвинению, работал в «шарашке» - спецтюрьме НКВД в «компании» с А.Н. Туполевым, В.М. Петляковым, С.М. Лещенко, С.П. Королевым, другими конструкторами и учеными. Освободили Р.Л. Бартини в 1947 году, а в 1956 году - полностью реабилитировали [271].

Работы над будущим бомбардировщиком, получившим название ДБ-240, велись в предельно напряженном ритме, люди практически не имели выходных. В.Г. Ермолаев сразу проявил себя грамотным и тактичным руководителем, который не зажимал инициативу подчиненных, но и проявлял требовательность и принципиальность. Многие считали, что Роберт Бартини помогает молодому специалисту. Его по ночам привозили консультировать В.Г. Ермолаева по особо важным вопросам [272].

Самолет смешанной конструкции переделали в цельнометаллический с использованием стали 30ХН3А и дюралюмина Д16 (по одному источнику [199]) или сталей 20ХГСА, 30ХГСА и дюралюмина (по другому источнику [273]). Применение в конструкции данного самолета той или иной стали должно стать поводом дополнительного исследования. А что касается примененного дюралюмина или, в редакции В.Б. Шаврова, Д16, то здесь согласно данным академика И.Ф. Фридляндера [186, 206] можно справедливо говорить только о дюралюмине М95 (Д6).

Сохранились архивные материалы о работе Ер-2 в сентябре 1941 года. В те дни наши летчики на дальних бомбардировщиках бомбили днем без истребительного прикрытия наступающие колонны и бронетехнику фашистских войск в



Владимир Григорьевич Ермолаев (1909-1944) - советский авиаконструктор, генерал-майор инженерно-авиационной службы [274].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

окрестностях Воронежа. Вспоминает А.И. Молодчий - заместитель командира эскадрильи 420-го дбап, единственный летчик Ер-2, получивший в 1941 г. звание Героя Советского Союза, свой боевой вылет 24 сентября 1941 года [275]: «...мы летим плотным строем. Наш бомбардировщик зажат в тиски двумя фашистскими истребителями с крестами на крыльях и фюзеляже. Ме-109 подошли так близко, что, казалось, даже зазоров между крыльями нашего самолета и их почти не было.

- Летящий справа что-то показывает, - докладывает воздушный стрелок Васильев.

- Покажи и ты ему, - вмешивается Панфилов.

Я вначале сделал вид, что, мол, не понимаю. Он повторил свои жесты. Стрелять, мол, не будет, потому что нам и так капуг.



Александр Иванович Молодчий (1920-2002) - Один из наиболее результативных летчиков авиации дальнего действия СССР, совершивший 311 боевых вылетов (в том числе 287 ночных) и первый прижизненный дважды Герой Советского Союза в годы Великой Отечественной войны. Фото начала 1943 года [276].

Саша Панфилов не удержался и показал ему в ответ внушительную фигу.

И тут доклад штурмана:

- Впереди цель, что будем делать?

- Бомбить, - отвечаю утвердительно, - Бомбить будем, Сережа.

Тогда доверни вправо на три градуса.

Я довернул. К нашему удивлению, истребители сделали то же самое.

Еще несколько неописуемо длинных секунд, и наши бомбы полетели в цель.

И тут вражеские истребители поняли свой промах. Но для открытия огня им нужно занять исходное положение. А тут еще и зенитная артиллерия заработала. Им-то что - свои или чужие в воздухе. Ведь бомбы-то сыпаются.

Воспользовавшись этим, я резко убрал газ, заложил крутое, недопустимое для бомбардировщика скольжение и камнем полетел к земле. Это произошло неожиданно не только для фашистских летчиков, но и для экипажа. И

главная цель была достигнута. Истребители потеряли нас. А мы перешли на бреющий полет. И вот теперь-то, «облизывая» каждый овражек, каждый кустик, мы летели, едва не цепляя воздушными винтами землю. Благополучно прошли линию фронта, экипаж ликовал. Еще одна наша победа! Ни одна из сброшенных нами 14 бомб не вышла за пределы железнодорожного узла».

Пассажирский, грузопассажирский, военно-транспортный, десантно-транспортный, транспортно-бомбардировочный, разведывательный - Ли-2

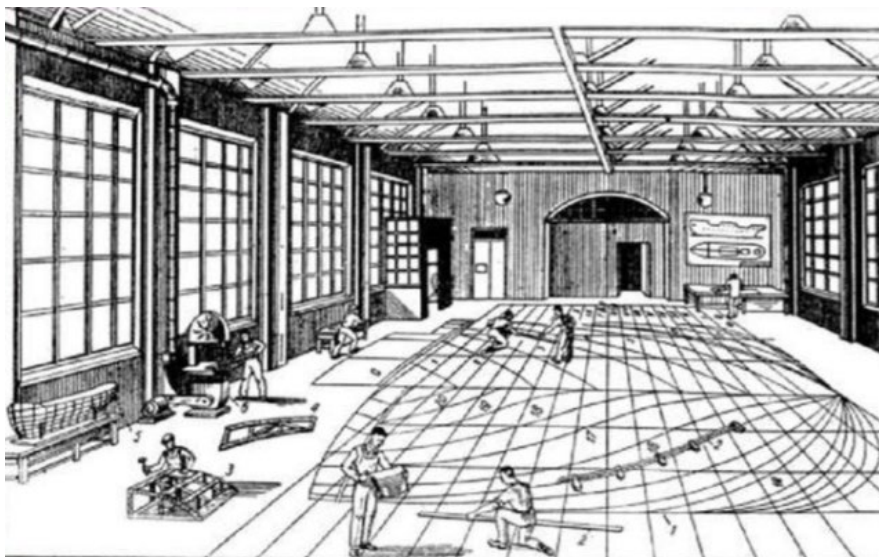
В 1936 году советское правительство приняло решение купить лицензию на производство американского пассажирского самолета DC-3 [277]. На момент покупки в СССР не существовало техники сопоставимого класса. Основными пассажирскими самолетами были морально устаревшие АНТ-9, К-5, проводились испытания АНТ-35 и ЗИГ-1 (ПС-89). Ключевой проблемой этих воздушных судов была их пассажировместимость - не более 8-14 человек. А в условиях быстро растущей интенсивности пассажирских перевозок требовался самолет, перевозящий 14-28 человек. Эта необходимость была ощутимой, однако назревавшая мировая война вынуждала Советский Союз сосредоточиться преимущественно на производстве и модернизации военной авиации, отодвинув разработку гражданских моделей на второй план.



DC-3 американской компании DELTA AIR LINES в полете [278]. Впервые в мире планер самолета был изготовлен из сплава 24S [279] (позже переименован в 2024, в СССР - Д16 (или 1160 - поздняя маркировка). Воздушное судно имеет светлую блестящую поверхность: все внешние элементы изготовлены из алкледа - триметаллического листа из сплава 24S с двух сторон, покрытого техническим алюминием.

Покупаемый DC-3 предназначался для авиалиний средней протяженности и имел 14-28 посадочных мест, в зависимости от комплектации. Стандартный самый массовый вариант салона предполагал 21 посадочное место и багажное отделение. Пассажирский салон был оборудован вентиляцией и отоплением. Одним из главных достоинств самолета были его отличные экономические характеристики: он стал первым пассажирским самолетом в мире, эксплуатация которого стала рентабельной без почтовых перевозок [280].

Существенным преимуществом для тех лет было использование в производстве самолета плазово-шаблонного метода, не применявшегося до этого в СССР. Плаз представлял собой чертеж самолета, вертолета, отдельных их частей или деталей в натуральную величину на плоской жесткой поверхности. Имея плаз, с него можно было скопировать любой контур. Эта операция выполнялось с помощью шаблонов - жестких носителей формы и размеров поверхностей по отдельным сечениям. Метод позволял ускорить время изготовления самолета, обеспечить точность изготовления деталей, точно увязывать все их размеры в создаваемой конструкции, обеспечить качественный контроль форм и размеров изделий [281].



Помещение, в котором на полу в натуральную величину нанесены чертежи самолета (плазы), а работники предприятия начинают делать шаблоны с чертежей-плазов [281].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Для освоения производства самолета США посетили многие советские авиаспециалисты: В.М. Мясичев, И.П. Толстых, Б.П. Лисунов, А.А. Сеньков, М.И. Гуревич, С.М. Беляйкин, П.А. Воронин, В.И. Журавлев и Н.А. Зак. Одной из важнейших задач их поездки было изучение плазово-шаблонного метода, неиспользуемого до этого в отечественном самолетостроении, но обещавшего значительно увеличить производительность работ, точность исполнения узлов и их унификации. В 1937 году, сразу после возвращения из командировки, Мясичев был назначен главным конструктором, а его бригада экспериментальных самолетов (КБ-6) конструкторского отдела сектора опытного строительства ЦАГИ преобразована в специальное КБ на заводе №84 в Химках под Москвой, где начиналось освоение лицензионного DC-3 [277].



Владимир Михайлович Мясичев [282] (слева) (1902-1978) - выдающийся советский авиаконструктор, создатель первых реактивных серийных тяжелых стратегических бомбардировщиков М4 и М6 (время эксплуатации 1953-1994), ВМТ «Атлант» - тяжелого транспортного самолета для транспортировки крупногабаритных элементов ракеты-носителя «Энергия» и челнока «Буран» на Байконур, законченного проекта стратегического бомбардировщика с изменяемой геометрией крыла, переданного в КБ А.Н. Туполева и послужившего основой для создания стратегического бомбардировщика Ту-160 [283] и Борис Павлович Лисунов [284] (1898-1946) - советский авиаконструктор, инженер-полковник, организатор производства самолета Ли-2 (названного в его честь) [285].

Вокруг В.М. Мясичева собрался сильный коллектив: его заместители

И.П. Толстых и И.П. Мосолов, конструкторы Б.П. Кащеев, А.И. Гординский, М.А. Мостовой, А.А. Сеньков, Рачицкий, Бардышев, директор завода А.М. Ярднин, главный инженер Б.П. Лисунов, главный технолог Н.В. Лысенко. Им предстояло решить немало сложных проблем [277].

Для реализации лицензионного договора требовалось освоить плазово-шаблонный метод изготовления деталей самолета. Еще более сложной проблемой стала задача производства самолетов из полностью отечественных материалов.

При освоении и внедрении плазово-шаблонного метода. Мясищев учел неудачный опыт туполевцев, которые пытались применить новый техпроцесс при создании АНТ-43. Под его руководством на авиаремонтном заводе № 84 10-го Главного Управления НКАП СССР в подмосковных Химках новый метод производства был успешно освоен. Специалистам голландской фирмы Фоккер, японской Мицубиши, также закупивших лицензии на производство DC-3, такую работу сделать не получилось. Поэтому эти фирмы были вынуждены производить крупно-узловую сборку самолетов из агрегатов, поставляемых из США [286].

Задача производства самолетов из отечественных материалов была значительно сложнее, но коллектив специалистов под руководством В.М. Мясищева ее решил. Фактически производство самолетов ПС-84 - Ли-2 с 1942 года [201] стало условно- или полу-лицензионным. С одной стороны, Ли-2 внешне был практически неотличим от DC-3. С другой стороны, это был другой самолет.

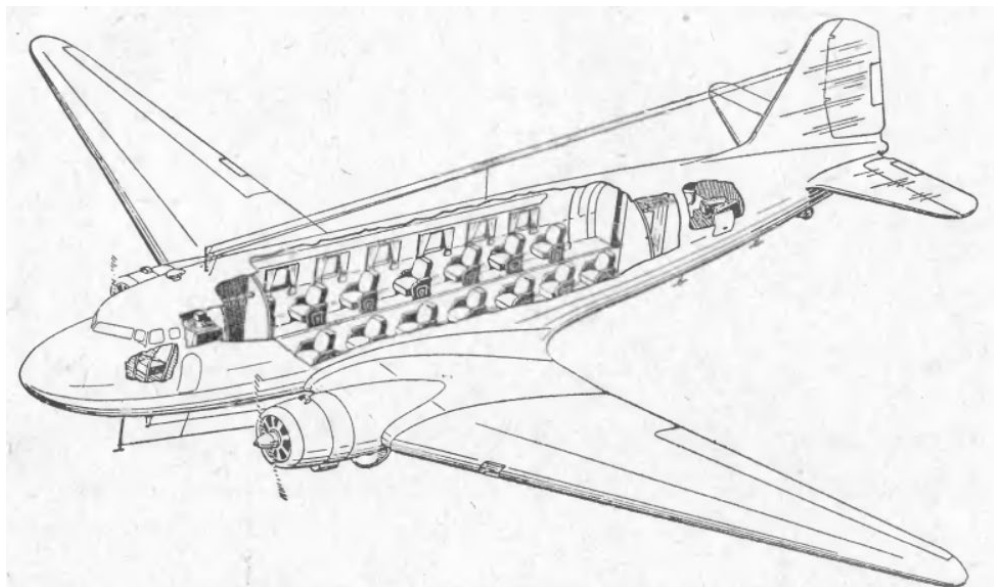


Ли-2 на аэродроме в городе Хабаровск. 1965 год [287].

Материал из которого был сделан DC-3, был 24S [279], в СССР названный Д16. В открытых источниках: технической литературе и интернете приводятся данные, что и в Ли-2 был использован Д16 (24S) [199, 201]. Но это неверно - в нашей стране он стал применяться в конструкциях самолетов с 1946

года [206]. Так как Д16 в стране не производился, то конструкторы применили освоенный к этому времени сплав М95 (Д6). Одновременно все американские дюймовые размеры были пересчитаны на метрические, принятые в Советском Союзе.

Сплав М95 (Д6) очень незначительно, но уступал по прочностным характеристикам сплаву 24S (Д16). Например, в закаленном и состаренном состоянии предел прочности сплава М95(Д6) имел типичное значение 46 кгс/мм^2 , предел



Ли-2. Схема размещения пассажирских кресел в 14-х местном варианте самолета из книги В.А. Кангора «Самолет Ли-2» 1951 года издания [289]. В книге В.А. Кангор пишет, что в конструкции самолета использован сплав Д16Т (Д16 закаленный и искусственно состаренный), но пишет об этом на 20-ой странице один раз, а дальше предпочитает использовать термин «дуралюмин». Из данного источника «Д16Т» был перенесен в Википедию [201].

текучности - 30 кгс/мм^2 , а у сплава 24S (Д16) эти значения составляли 47 кгс/мм^2 и 32 кгс/мм^2 , соответственно [135]. В быту эти различия в значениях свойств настолько незначительны, что ими можно свободно пренебречь. Но в авиации нагрузки на детали таковы, что любая неучтенная килограмм-сила (кгс) или 9.8 мегапаскалей в расчетах конструкции становятся причиной авиационной катастрофы - гибели летчиков, пассажиров, грузов. Именно это обстоятельство

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

стало главным основанием для полного пересчета всех деталей конструкции самолета на большие размеры - около 1293 изменений по отношению к первоначальной конструкции DC-3 [290], ставшие метрическими согласно принятой системе измерений в СССР. В результате самолет потяжелел.

В фюзеляже была изменена внутренняя компоновка отсеков, входная дверь открывалась внутрь, а не наружу, был сделан ряд других изменений, упрощены системы навигации и бытовое оборудование [286].

Еще одним отличием от оригинала стали двигатели самолета. Советские специалисты вместо двигателей Wright R-1820 Cyclone, установленных на оригинале - DC-3 [291], на ПС-84 (Ли-2) установили двигатели АШ-62ИР, являвшиеся развитием двигателей Wright R-1820-F3 [292]. АШ-62ИР - самый массовый и известный мотор конструктора авиационных двигателей А.Д. Швецова. Он находился в производстве более 60 лет. Его устанавливали на знаменитый Ан-2, первый самолет конструкторского бюро О.К. Антонова. Через 78 лет после своего первого полета в 2025 году этот безотказный самолет продолжает свою работу.

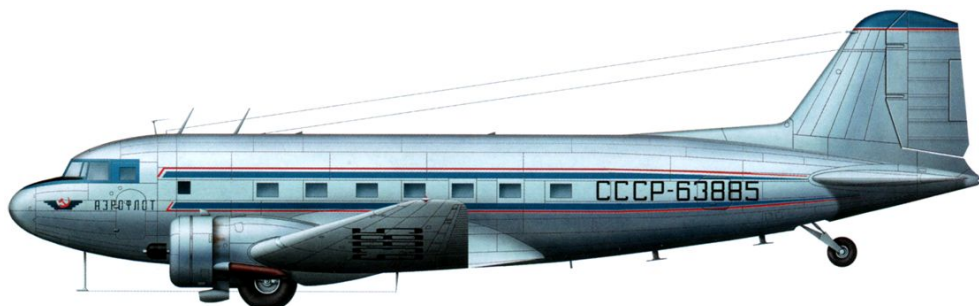


Один из вариантов пассажирского салона Ли-2 [293].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Самолет ПС-84 (Ли-2) выпускался 27 модификациях [294]:

ПС-84 - пассажирский самолет с 14-28 сидячими местами. Отличия от ДС-3: уменьшенный размах крыла, меньшая масса без груза, боковая дверь на правой стороне и менее мощные двигатели.



Пассажирский ПС-84 (Ли-2) [294].

ПС-84К - транспортно-десантный вариант. Опытный образец был разработан в июне 1939 г. по заказу ВВС и переделан из серийного пассажирского самолета. Кресла были сняты, пол салона усилен, по оси фюзеляжа установлены съемные лавки для 26 десантников. Груз размещали в отсеке (лавки снимали) и на внешней подвеске. В левом борту был выполнен широкий люк с открывавшейся вверх крышкой и подъемным краном. Максимальная нагрузка составляла 2400 кг. Серийно не строился.



Транспортно-десантный вариант ПС-84К [294].

ПС-84И - санитарная модификация. В варианте санитарного в салоне в три яруса помещались носилки, всего самолет брал 18 носилок, три сидячих раненых и санитаря. До начала серийного выпуска в санитарный вариант было переоборудовано около десяти американских ДС-3. Вооружение не устанавливалось.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Ли-2 - с лета 1942 года обозначение ПС-84. Он стал самолетом двойного назначения: получив бомбовую подвеску, он сохранил возможности транспортной машины.

Ли-2НБ - ночной бомбардировщик. Переделка базового *Ли-2*. Оборонительное вооружение стандартное - турель УТК-1 сверху и два ШКАСа в бортовых люках. Подвеска бомб на нем осталась наружной, рассчитанной на четыре бомбы по 250 кг. Размещение членов экипажа изменили. Радист располагался в переднем багажнике за спиной правого пилота, а штурман слева, у запасной двери, которую теперь сплошь остеклили, превратив в большое окно. Дверь была выпуклой, и за ней разместили бомбовый прицел НКПБ-7 (ночной), смотревший в нижнюю секцию двери, остекление которой откидывалось для улучшения обзора. Несколько усовершенствовали радиооборудование. Вместо отечественного радиополукомпаса РПК-2 поставили американский Бендикс MN-26С, радиостанцию РСБбис сменили на РСР-1.



Ночной бомбардировщик Ли-2НБ [295].

Ли-2 2М-88 - небольшая серия, выпущенная в 1943 году, отличавшаяся лишь типом двигателей, мощностью по 1100 л.с. и вооружением, один турельный пулемет ШКАС, который впоследствии заменили на УБТ. Мог перевозить 25 солдат. Развивал скорость до 350 км.

Ли-2 Салон - штабной вариант. Было переоборудовано около 10 пассажирских самолетов. Салон отделялся ореховым деревом, обшивался голубым бархатом и был разделен перегородкой на две части: в первой устанавливались мягкие кресла со столиками между ними, во второй — два спальных места, гардероб и туалет. Несколько самолетов прошли переоборудование в авиамастерских боевых частей и отличались вариантами компоновки салона.

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Ли-2Д - версия Ли-2 для сброса парашютистов (1942 год), 1 шт. 12,7 мм (иногда 7,62 мм иногда спаренный) оборонительный пулемёт в верхней части фюзеляжа.

Ли-2В - версия самолета для наблюдения погоды, для больших высот (1956), с двигателями АШ-62ИР, снабженными турбокомпрессорами ТК-19 и винтами АВ-7НЕ-161.

Ли-2П - послевоенная пассажирская модификация (1945 год). В салоне устанавливалось от 15 до 24 пассажирских кресел, имелся туалет и багажный отсек. Главная дверь стала открываться наружу, как у довоенных ПС-84.

Ли-2Т - послевоенная транспортная модификация (1945 год). Так же на базе *Ли-2Т* было собрано несколько штабных самолетов со столом для совещаний и креслами вокруг него.

Ли-2УШ - учебно-штурманский вариант. Под центропланом самолета устанавливались балки с бомбодержателями от По-2. На держателях подвешивались 12 учебных (бетонных) бомб массой по 15 кг. Сброс осуществлялся механически.



Салон ПС-84И - санитарной модификации [296].

Прицел ОПБ-1 устанавливался в блистере, находившемся перед грузовой дверью с левой стороны фюзеляжа. На более поздних вариантах Ли-2УШ устанавливались бомбодержатели от МиГ-15 с электрической системой сброса для восьми 50-кг бомб.



Пример подвески бомб (на фото макеты) на наружных бомбонесителях Ли-2. Под крылом на асфальте - макеты образцов кассет для мелких бомб (фото А.Б. Бондарева, Москва, Парк Победы, 2025 год).

Прицел ОПБ-1р (дневной) и НКПБ-7 (ночной). Основной бомбосбрасыватель ЭСБР-ЗП заменили на ЭСБР-6. Установили более современный автопилот АП-42. В конце декабря 1944 года самолет перегнали в НИИ ВВС и приступили к государственным испытаниям. Летал экипаж подполковника В.И. Жданова. Испытания с перерывами продолжались до 8 марта 1945 года. Переход к внутренней подвеске несколько улучшил летные данные бомбардировщика, но не настолько, чтобы оправдать хлопотные изменения процесса серийного производства.

Ли-4 (П-82) - модификация с моторами М-82ФН (АШ-82ФН). В планер машины пришлось внести значительные изменения. В крыле разместили дополнительные бензиновые и масляные баки. К концу года уже изготовили один летный экземпляр такого самолета и один для статических испытаний. На первых порах машина рассматривалась как многоцелевая, но в 1944 году ее превратили в чисто пассажирскую на 21 место.

Ли-2ВП - ночной бомбардировщик. У него схема размещения бомб была куда проще. Кассеты для бомб поставили прямо в салоне, а сброс осуществлялся через тоннели в полу. Три кассеты Дер-21 позволяли разместить в фюзеляже до 1500 кг бомб типов ФАБ-100 или ФАБ-100МЗ. Наружные бомбодержатели при этом сохранялись. Общая бомбовая нагрузка доходила до 2500 кг. Оборонительное вооружение оставалось стандартным - турель УТК-1 сверху и два ШКАСа в бортовых люках. Носовой пулемет сочли бесполезным и ликвидировали. Для штурмана предусмотрели два бомбовых при-

Ли-2Р - это был самолет для обучения операторов авиационных радиолокационных станций (РЛС). К работе по этому проекту ОКБ-30 приступило в 1948 году. Самолет первоначально проектировали под станцию «Рым-С». Антенна РЛС размещалась в новом, более вытянутом, носовом конусе, блоки аппаратуры и рабочие места операторов - в салоне. В апреле 1949 года опытный образец, переделанный из серийного Ли-2Т, был готов, а сама РЛС еще отсутствовала. В НИИ ВВС согласились принять самолет в недоукомплектованном виде, и в июле он успешно прошел государственные испытания. В 1950 году Ли-2Р переделали под РЛС «Торий-А».

Ли-2МТ - минный тральщик с более мощным дополнительным мотором М-105. Разработка ПС-84Т, впоследствии переименованного в Ли-2МТ, потихоньку шла всю войну, переходя из одной организации в другую. Наконец, им занялось ОКБ-30. В июне 1946 года МАП предписало испытать в ЛИИ опытный образец «тральщика Голубкова». Командиром экипажа испытателей был П.Е. Геннаев. Последние упоминания о Ли-2МТ относятся к 1949 году, когда подготовили проект с установкой в качестве вспомогательного двигателя нового авиатора М-14. В августе того же года ОКБ-30 подписало с командованием ВМФ договор о эскизном проектировании самолета, а в декабре - договор о разработке основного узла, электромагнитного трала.

Ли-2 «Метео» - метеолаборатория. На борту самолета разместили необходимую аппаратуру и организовали рабочие места аэрологов. Машина предназначалась для исследования атмосферы и облаков в широком диапазоне высот с использо-



Ли-2 полярной авиации - «АВИААРКТИКА» [297].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

ванием контактных и дистанционных методов измерений; изучения характеристик электрических зон в атмосфере, опасных для полетов воздушных судов; исследования закономерностей распространения радиоволн в различных метеорологических условиях; контроля за работой других летательных аппаратов; мониторинга окружающей среды для определения зон загрязнения.

Ли-2Ф - такое обозначение получил самолет-аэрофотосъемщик. В пассажирской кабине был организован отсек операторов, в котором находились по одному фотоаппарату АФА-ТЭ-35, АФА-ЗЭН-20 и два АФА-ТЭ-100. Для них в фюзеляже сделали специальные люки со сдвижными створками. На обоих бортах самолета установили блистеры, в каждом из которых разместили прицел НКПБ, кроме того, в левом блистере для удобства работы поставили подлокотник. В заднем багажном отделении создали фотокомнату, оборудование которой позволяло производить зарядку кассет и обработку пленки. Версия аэрофотосъемщика, приспособленная для выполнения фотограмметрии, получила обозначение *Ли-2ФГ*. Помимо СССР, такие машины применялись в Польше - пять самолетов служили в эскадре аэрофотограмметрии и три - в авиакомпании LOT. Они были оборудованы швейцарскими фотокамерами «Вилда» РС-5.

Ли-2РТ - самолет-ретранслятор телевизионных передач.

Ли-2ПР - промысловые разведчики, которые использовались для наблюдения за ледовой обстановкой и скоплениями морских животных (котиков, моржей и др.), обнаружения косяков промысловых рыб и наводки на них рыболовецких судов.



Самолет Ли-2 на вечной стоянке в поселении Игарка, Туруханский район, Красноярский край [298].

Ли-2ЛП (Ли-2ППЛ) - самолет для противопожарного патрулирования лесов был разработан. На этом самолете с обоих бортов были установлены дополнительные блистеры для наблюдателей, а в хвостовой части фюзеляжа - кассеты с осветительными и сигнальными ракетами. Грузовая кабина соответствовала десантному варианту, в ней размещались доставляемые к очагам пожаров парашютисты.

Ли-2СХ - сельскохозяйственный самолет. Внутри фюзеляжа был установлен бак для химикатов вместимостью 1500 кг. В нижней его части устанавливалась мешалка, не позволявшая химикатам слеживаться. Их загрузка производилась через люк верхней поверхности фюзеляжа. Под самолетом был смонтирован туннельный распылитель с производительностью до 20 кг химикатов в секунду.

Ли-2СИП - самолетные измерительные пункты (СИП). Первый из них создали на базе Ли-2, для чего машину оснастили всей радиотехнической межконтинентальной баллистической ракеты Р-7.

Ли-2ЛЛ - самолеты использовались в качестве летающих лабораторий различными организациями, занимавшимися разработкой радиоэлектронной аппаратуры.

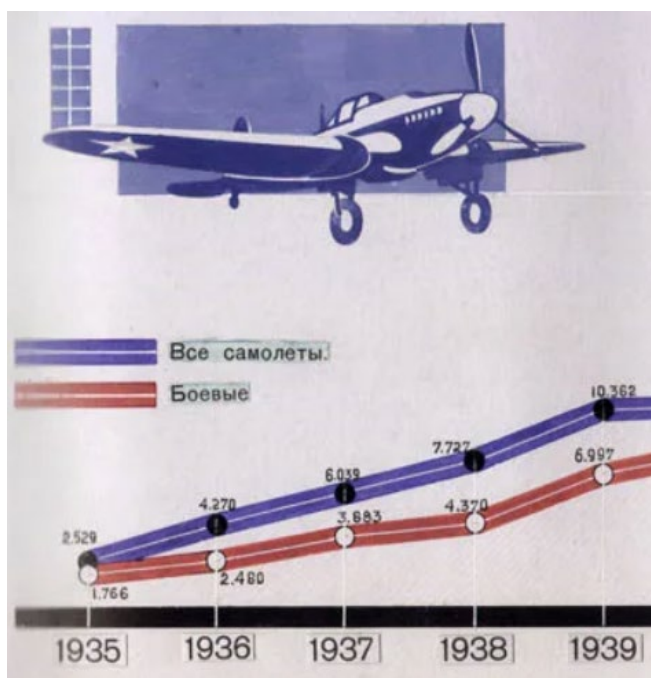
Ли-2Т(сб) - учебные бомбардировщики на базе Ли-2, производимые в Польше.

С 1939-ого по 1953 год было выпущено 4933 самолета ПС-84 (Ли-2) [201].

В 1946 году на заводе №150 в г. Ступино была освоена серийная технология производства листов и профилей из сплава Д16 для производства советского стратегического бомбардировщика Ту-4. Производственные возможности ступинского завода позволяли начать использовать катаную и профильную продукцию в конструкциях других самолетов. Поэтому полуфабрикаты из сплава Д16Т (в закаленном и естественно состаренном состоянии): листы и профили, - стали применять в конструкциях и других самолетов. Первым из них стал Ли-2. А из М95(Д6) авиационные металлургические заводы продолжали изготавливать трубы и профили [135]. Область применения этого сплава начала сокращаться.

БОРЬБА ЗА УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ НА ЗАВОДЕ №95. ОСОБЕННОСТИ ЭПОХИ 1930-Х ГОДОВ

В середине 1930-х годов отечественными заводами выпускались прутки, профили, трубы, листы, проволока из сплава Д1 (кольчугалюминий) и магниевых сплавов - электронов. Основным поставщиком данной продукции для авиации и других отраслей промышленности стал Специализированный завод легких сплавов (№95) в Сетуни. Небольшое количество алюминиевых и магниевых полуфабрикатов продолжали выпускать завод №34 и непрофильные в этом направлении заводы по обработке цветных металлов: Кольчугинский, «Красный выборжец» и им. К.Е. Ворошилова. В конце 1935 года завод №95 начал выпускать полуфабрикаты из сплава М95 (Д6).



Часть диаграммы производства самолетов «Динамика выпуска самолетов (в штуках) за 1935-1944 гг.». 1944 г. [381].

для его производства, совершенствуя имеющиеся технологии на заводе №95 и строя новые металлургические заводы.

Но быстрый рост авиационных заводов, все время растущие запросы ВВС РККА, Главного управления воздушного гражданского флота (ГУВ ГФ), Севморпути, НКВД и других ведомств на выпуск самолетов не могли быть обеспечены необходимым количеством проката из легких сплавов [299].

Г.Г. Музалевский видел, как в стране растут потребности во всех видах проката из легких сплавов, и понимал, что необходимо срочно расширять металлургическую базу

Вопросы расширения возможностей действующего завода и строительства

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

в стране новых металлургических предприятий стали его постоянной заботой. Георгия Григорьевича пытались успокоить, доказать, что его хлопоты напрасны и все останется так, как есть. Но он снова и снова писал письма в Наркомат, убеждал людей на совещаниях, выступал на партийных собраниях.

Сохранился текст его острого выступления на партийном собрании №95 23 марта 1937 года. Оно было посвящено мерам по устранению диспропорции между производством и потребностью в легких сплавах для авиационной промышленности. Резко критикуя за неудовлетворительную работу многих начальников цехов завода, он не менее остро отмечал и свои недостатки.

«К сожалению, должен сознаться, что в заводууправлении в прошлом году не было надлежащей борьбы за проведение реконструкции. Директор завода Лещенко был тогда новым человеком и на заводе, и в промышленности и вполне мог недооценить этой задачи. Но в порядке самокритики я, как технический директор, действительно не принял всех мер, чтобы продвинуть строительство литейного и прокатного цехов, изготовление оборудования.

Разрешите вместе с тем заявить, что кроме меня у нас большое количество инженеров-коммунистов, которые также недооценили этого важнейшего вопроса и не взяли ни в парторганизации, ни в коллективе Научно-технического совета правильной линии. Наоборот, все поспешили заявить, что им ничего не нужно, что все в порядке, и ни строительства, ни оборудования не требуется.

Если мы потеряли много времени в прошлом году, так должны по крайней мере в настоящем напрячь все силы для компенсации прошлых потерь и повести строительство и изготовление оборудования новыми темпами. Потеря сейчас будет иметь тяжелые последствия в будущем - я еще раз об этом предупреждаю».



Агитационный плакат, выпущенный к 10-летию Октябрьской революции 1917 года [382].

На этом же партийном собрании Г.Г. Музалевский поставил вопрос о необходимости усиления воспитательной работы с кадрами, предлагая различные варианты с тем, чтобы все овладели большевизмом (архив Ф.И. Квасова).

«Большевизмом» в хорошем понимании этого слова владело мало работников предприятия. Здесь образовались разнообразные группы «предельщиков» и сторонников необоснованно расширения производства или использования оборудования с повышенной нагрузкой без предварительной подготовки. Кто такие последние - понятно. А «предельщики» - это были работники, разрабатывавшие заниженные нормы производительности, препятствовавшие внедрению новых технологий, интенсификации использования оборудования. Свои действия они подтверждали многочисленными надуманными и искусственными формулами, выхолащивая их жизненное содержание, «научно» обосновывая невыгодность прогрессивных действий.

Сторонники всех этих групп использовали любые средства для достижения своих целей, включая самые «грязные» и жестокие.

Сегодня, в 20-е годы 21 века, подобные споры и способы их ведения на производстве кажутся, мягко говоря, странными. Превалируют вежливость и уважение к инженерным расчетам, служащими основанием для ведения практических работ.

Но 90 лет тому назад ситуация была совсем иная! Чтобы понять сущность, характер подобных обсуждений на собраниях, причины их возникновения, необходимо вспомнить особенности жизни граждан СССР в 1930-е годы. Они уже и современным читателям в 2025 году могут быть не слишком понятны, а их потомкам, предполагаю, и тем более. Действительность же была такова, что жизни советских граждан, их личная свобода в описываемое время имели стоимость самую минимальную, а то и никакую!

А причина этому была очень простой. Первая четверть 20 века в России, была эпохой восстаний, войн и революций. В 1900-1901 годы оказались в России неурожайными. В ситуации угрозы голода и обнищания многих семей в начале 1902 года социальное напряжение в деревне стало расти. Начали вспыхивать волнения, переросшие в восстание в Полтавской и Харьковской губерниях. восстание проходило под общим лозунгом «Нет хлеба! Нет земли! А не дадите - все равно возьмем!» Всего в нем приняли участие около 40 тысяч крестьян из 337 сел! В Полтавской и Харьковской губерниях были разгромлены 105 дворянских усадеб и экономий. Войска начали ответную карательную операцию. К ней были

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

привлечены девять батальонов пехоты и 10 казачьих сотен. События сопровождались грабежами, поджогами, убийствами помещиков, а государство отвечало на действия восставших столь же беспощадно [300].

Неблагополучными были условия жизни и работы рабочего класса. Ряд исследователей публикуют выкладки и исследования, что рабочие жили и работали в условиях, чуть ли не лучших, чем в СССР и Российской Федерации (применительно к 2020 годам) [301, 302]. Эти авторы используют для анализа данные опубликованные финансовыми инспекторами, посещавшими самые большие, передовые и богатые заводы и фабрики. Поэтому они очень удивляются вроде бы иррациональному поведению дореволюционных российских рабочих каменноугольной, нефтедобывающей и металлургической промышленности.

В 1903 году, например, стачки рабочих начались в Баку, Потти, Батуми, Одессе, Николаеве, Екатеринославе (Днепропетровске - Днепре с 2016 года, Украина), Екатеринодаре (Краснодаре - с 1920 года), Керчи и Харькове. Участники стачек требовали введения восьмичасового рабочего дня, поднятия заработной платы и выдвигали ряд других экономических требований, на некоторых митингах также выдвигались политические требования перехода от самодержавного правления к демократической республике. Стачки подавлялись государством с применением оружия - были убиты и раненные [303].

Согласно специальному расследованию, проведенному в Санкт-Петербурге в 1908 году, только 40% рабочих текстильной промышленности жили в отдельных комнатах; остальные ютились в переполненных бараках, где у них были койки. В среднем рабочая семья имела в распоря-



жении около 3 квадратных метра жилой площади. И это в Санкт-Петербурге, где рабочие жили в относительно лучших условиях, чем в иных местах [304].

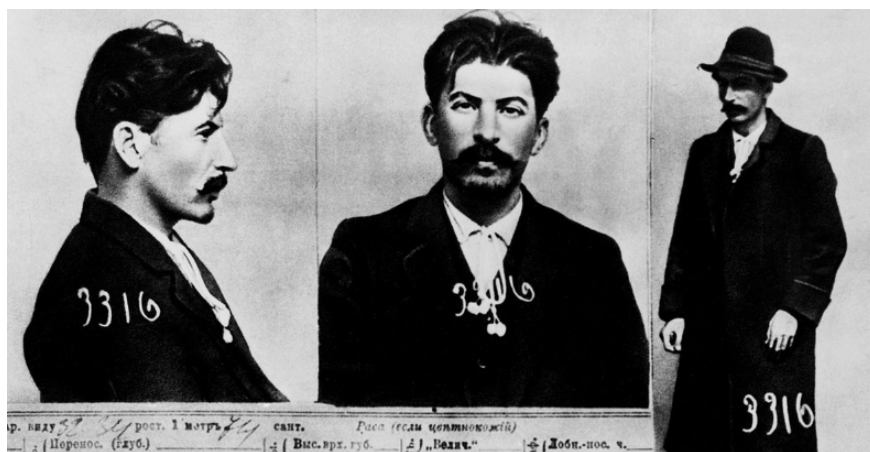
Условия жизни, работы, заработной платы 60% рабочих (минимальная

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

цифра) были крайне низкие. В столичном Санкт-Петербурге большинство рабочих жило в подвалах и полуподвалах. Скученность людей в этих помещениях доходила до того, что одна койка арендовалась для сна шестью рабочими в сутки! Ночлег на койках притирку в казармах считался по сравнению с этим комфортным!

Русско-японская война 1904-1905-х годов вовлекла в военные действия значительное количество мобилизованных гражданских лиц из числа крестьян и рабочих, научившихся воевать и убивать. Следом последовала первая русская революция 1905 года. Пришедшие с войны и привыкшие убивать солдаты оказались по разные стороны баррикад. Одни остались верными царю и его правительству, другие примкнули к революционерам в 1905 году. После разгрома революции ее участников расстреливали, вешали, отправляли на каторгу в 1906-1907 годах. Масштаб репрессий были настолько велик, что Лев Толстой 1 мая 1908 года даже опубликовал свои размышления на эту тему в сборнике «Не могу молчать».

Оставшиеся на свободе революционеры и появившиеся новые совершали террористические акты - убийства, ограбления банков (денежные средства были нужны для осуществления партийной работы). Ограбления банков, сопровождавшиеся убийствами сотрудников, назвались «экссы» от слова экспроприация, по принципу «грабь награбленное». В многих «эксах», кстати, активно участвовал и руководил ими профессиональный революционер Иосиф Джугашвили



Регистрационная карточка петербургского охранного отделения с фотографиями И.В. Сталина [305].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

(партийные клички «Сталин» и «Коба»), в описываемое время ставший руководителем страны и продолживший методы борьбы с несогласными, которые он использовал до этого.

В течение своей жизни мне приходилось слышать, что Сталин то ли параноиком был, то ли страдал манией преследования и так далее, и тому подобное. Всех версий не перечислить. А по мне, так он был абсолютно здоровым в психическом отношении человеком, делавшим свое дело без особенных эмоций. И не вижу в этом ничего удивительного.

Феодалы в местах его проживания вплоть до конца 19 века занимались сплошь и рядом грабежом и работоторговлей. Причем в рабы продавали живущих поблизости крестьян. Или захватывали себе рабов в близлежащих селениях. При возникновении сопротивления их безжалостно убивали. У человека, детство которого прошло в таких условиях, сформировался адекватный перечисленным обстоятельствам взгляд на вещи. Повзрослев, он стал грабить банки и убивать сопротивлявшихся. Цель «экссов» была благородной - партийное финансирование.

Начав строить социализм, «Коба» также хладнокровно продолжил убивать несогласных с ним или сомневающихся, а не один миллион людей превратил в рабов, с которыми его надсмотрщики обращались не мягче, чем со своими рабами древнеримские или американские с неграми. Так было легче и понятнее ему строить страну будущего...

В 1914 году Россия была втянута Николаем 2-м в Первую мировую войну, в которой российских граждан, по разным данным было убито и пропало без вести от 855 тысяч до 1,3 миллиона человек. Участниками же боевых действий со стороны России за 4 года стали около 15 миллионов человек. Практически все эти люди затем оказались на фронтах гражданской войны.

Выжившие после окончания всех перечисленных революций и войн являлись людьми, которые все время убивали своих противников, так как окружающая обстановка требовала только таких действий. И все они привыкли не ценить

ПЕРВАЯ МИРОВАЯ ВОЙНА

(28 июля 1914 – 11 ноября 1918)

Первый военный конфликт мирового масштаба, в который были вовлечены **38 из существовавших в то время 59 независимых государств. Около 73,5 млн. человек были мобилизованы; из них убиты и умерли от ран 9,5 млн., более 20 млн. ранены, 3,5 млн. остались калеками.**

жизни своих соотечественников, оказавшихся по разные стороны воюющих сторон.

Как это сказывается в мирной жизни? А вот как. Практически все бывшие участники боевых действий всегда имеют посттравматическое стрессовое расстройство, одним из проявлений которого является повышенная агрессивность и пренебрежение к ценности чужих жизней. Знаю, это не понаслышке. Моя молодость пришлось на 1980-е годы, когда многие из моих ровесников, служа в армии, участвовали в боевых действиях в Афганистане. После демобилизации выжившие возвращались домой. Так вот, если возникала какая-то ситуация, требующая переговоров, переубеждения собеседника, то их первые слова всегда были: «Давай его грохнем, и нет проблем!». Психологов, занимавшихся такими людьми и выводивших их из этого состояния, в СССР и России 1990-х годов не было. Понятно, что не было их и в предыдущее время.

В дополнение к выше перечисленному сказывались особенные последствия октябрьской революции 1917 года. Предыдущие революции: 1905 и февральская 1917 года, - не привели к принципиальным изменениям классового состава гражданского общества.

В терминологии Свода законов Российской империи это были представители сословий: дворянства, духовенства, городских обывателей: купечество, почетный граждане, мещане, ремесленники, рабочие люди (рабочий класс или пролетариат в революционной терминологии), - сельских обывателей (крестьянство), военного сословия (низшие военные чины и уволенные в запас), разночинцев.

После же октябрьской революции 1917 года господствующими классами стали рабочие и крестьяне. В этих условиях все другие классы и социальные слои (сословия): капиталисты, феодалы, священники, офицеры и т.п., - подвергались уничтожению или изгнанию из страны.

Поэтому после этой революции значительное количество несогласных, не принявших ее результаты граждан, просто боявшихся за свою жизнь, эмигрировало в другие страны. Но эмигрировать по разным причинам могли не все. Оставшиеся в стране представители гонимых классов, социальных слоев и сословностей часто не допускались к работе в государственных органах, им запрещалось поступать в высшие учебные заведения и многое другое. Но работники, особенно с опытом, требовались новой власти. Поэтому признавших новую власть честно или притворно принимали на работу.

Те, кто принял изменения, происшедшие в стране, продолжали успешно работать или учиться в новых условиях. Лица же, скрывавшие свое истинное отношение к новому политическому строю и не поддерживающие развитие страны в этой ситуации, старались тормозить его как могли любыми способами. В основном, всех их выявить до Великой Отечественной войны не удалось - только в военных условиях они проявили себя, поступая на службу к немецким фашистам. В довоенных же мирных условиях этих граждан, тормозивших движение вперед, в промышленности и науке называли «предельщиками».

В дискуссиях на производственных совещаниях и партийных и профсоюзных собраниях «предельщикам» противостояла революционная молодежь.

Это были дети рабочих и крестьян - представители поколения, родившегося в 1890-1900-х годах, окончившие высшие учебные заведения в 1926-1934 годах. Многие из них принимали активное участие в революционных событиях, гражданской войне. Об их психическом состоянии написано выше.

Кроме того, о наличии у большинства из них уважительной культуры поведения и общения говорить совсем не приходилось. Все они были дети рабочих и крестьян - трудно говорить, что кто-то из родителей мог научить их вести, не используя грубые, часто недозволённые и подлые приемы в обсуждении и решении производственных вопросов.

И если «предельщики» делали свое дело, во возможности, тихо и скрытно то молодые инженеры из числа революционной молодежи шумно аргументировали свои позиции, защищая их своими обвинениями оппонентов во вредительстве и не пролетарском происхождении в часто расчете на их увольнение с предприятия или физическое уничтожение. Собственно, они и друг друга тоже не берегли!

Работники НКВД после таких слов легко могли отправить обвиняемого в тюрьму, ссылку на многие годы или расстрелять. Данные о более, чем 60-ти расстрелянных по ложным обвинениям в 1930-х годах и позже полностью реабилитированных рабочих завода мы с Александром Ильичем Эрлихом привели в книге «История металлургии легких сплавов России. Люди. Заводы. Книга 1» [176], но список этот далеко не полный.



Лебедев В.В. 1920-е годы. Революционная молодежь [383].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Георгий Григорьевич Музалевский постоянно отводил необоснованную критику в адрес известных специалистов заводоуправления, в том числе начальника отдела организации труда В.Е. Головлева и начальника планового отдела И.С. Рысева, характеризуя их как деловых работников, добросовестно выполняющих возложенные на них обязанности (архив Ф.И. Квасова). Эти работники имели плохие анкетные данные с точки зрения своего происхождения - не пролетарского!

Федор Иванович Квасов, написавший книгу «Александр Федорович Белов», опубликовал в ней записи из



дневников будущего академика и организатора ВИЛСа, в описываемое время работавшего в должности заместителя главного металлурга завода С.М. Воронова [306]:

«В дневниках А. Ф. Белов упоминает несколько таких конфликтных ситуаций. На одном из технических совещаний у главного инженера завода он пишет записку М.П. Семенову с требованием начать отливку плоских слитков массой 260 и 360 кг. Семенов отвечает, что не может отлить слиток массой более 130 кг. Недовольный таким ответом, А.Ф. Белов посылает записку обратно, написав на ней: «130 кг - ни богу свечка, ни черту кочерга!». В переписку за столом заседания вмешивается

Революционная молодежь специализированного завода по обработке легких сплавов (№95) в 1933 году (слева направо): С.М. Сандлер, С.В. Марков, А.Ф. Белов, И.А. Дейч (род деятельности «инженер завода №95, в 1937 году арестован по обвинению «Тесная связь с врагами народа, посещение польского консульства», в 1937 году арестован, в 1938 году расстрелян, в 1957 году реабилитирован [307], Б.Ф. Румянцев (фото представлено музеем ВИЛСа в 2017 году).

С.М. Воронов. Он рекомендует А.Ф. Белову: «Попробуйте сначала освоить в прокатке слиток массой 200 кг. Я помогу отлить опытную партию в количестве 50 штук. Но для этого прежде надо испытать сварные железные изложницы». А.Ф. Белов, не щадя авторитета своего учителя, ответил ему так: «Оппортунистическое мещанское возражение».

За «мещанский оппортунизм», учитывая происхождение С.М. Воронова

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

можно было бы сразу отправиться в «места, не столь отдаленные». Но на защиту Савватия Михайловича всегда вставал Г.Г. Музалевский. В частности, защищая от неоправданных нападков главного металлурга завода, своего ученика по заводу им. Авиахима, Георгий Григорьевич сказал: «Товарищ Воронов - прекрасный работник, он много сделал для завода, хотя и является сыном священника».

Георгий Григорьевич смело становился на защиту и других работников, перешедших работать в Сетунь с завода им. Авиахима, и обвиненных в недостаточном внимании к устранению производственных трудностей. А в 1930-годы любое обвинение, например, в недостаточном внимании к устранению производственных трудностей, как правило, оценивалось как вредительство в помощь иностранным шпионам.



Инженерно-технический состав завода №95 в 1934 году, большинство из них были студентами и учениками Г.Г. Музалевского. 1 ряд (слева направо): М.П. Семенов, Д.А. Петров, И.С. Виштынецкий, С.М. Воронов, С.И. Номофилов, А.В. Читаев, Р.И. Барбанель. 2 ряд (слева направо): Г.Я. Рябцев, И.А. Дейч, Н.Д. Хабаров, В.Г. Оцесимский, В.А. Шапошников (фото представлено музеем ВИЛСа в 2017 году).

Иногда события заканчивались не расстрелом невинно обвиненного, но заключением на десятки лет. В середине 1930-х годов на заводе начальником прокатного цеха завода работал Сергей Иванович Номофилов, а его заместителем - Василий Александрович Шапошников. Записывая воспоминания ветерана ВИЛСа Валентины Степановны Розановой, мне пришлось услышать трагическую историю Сергей Ивановича.

Она поступила работу в конструкторский отдел ВИЛСа, где он работал ведущим конструктором. Было известно, что С.И. Номофилов работал на заводе с самого начала и 1933 году был уже начальником прокатного цеха. А потом середине 1930-х годов исчез и появился на заводе только в конце 1950-х. Это

была загадочная истории, пока неохотно общавшийся со своими коллегами Сергей Иванович не поделился подробностями своей жизни с молодым специалистом Валентиной Розановой.

В книгу о ВИЛСе эта часть воспоминаний В.С. Розановой не была включена, а здесь, думается, им самое место. В второй половине 1930-х годов С.И. Номофилов, был арестован НКВД по обвинению во вредительстве, потом ему вменялся, как и многим арестантам шпионаж в пользу иностранного государства. Как водилось в те времена в тюрьме на допросах с пристрастием ему практически все кости переломали. Но признания не добились, дали 25 лет лагерей и отправили на строительство Норильского горно-металлургического комбината. Там он работал сначала рабочим, но довольно быстро был переведен на инженерную должность.

После смерти И.В. Сталина Сергей Иванович неоднократно подавал прошения на пересмотр своего дела, и в конце 1950-х был освобожден и полностью реабилитирован. Будучи реабилитированным, Сергей Иванович попросил показать ему свое уголовное дело - ему было интересно узнать, что стало причиной его возбуждения. Оказалось, что автором доноса-клеветнического обвинительного письма на него был его заместитель по прокатному цеху Василий Александрович Шапошников.

Вернувшись в Москву, Сергей Иванович поступил на работу в ОКБ-65. В это время директором Сетуньского завода и начальником ОКБ-65 был, как раз, тот самый Василий Александрович Шапошников, который и принял его на работу ведущим конструктором. Сергей Иванович при личной встрече спросил его, зачем он на него письмо в НКВД написал. А тот ответил: «Твое место хотел занять». Как все просто! Правда, тогда начальником прокатного цеха В.И. Шапошникова не назначили. Им стал переведенный с должности заместителя главного металлурга Александр Федорович Белов.

О его работе в цехе и взаимоотношениях с Г.Г. Музалевским написал в своей книге Ф.И. Квасов:

«При изготовлении листов, особенно из высоколегированных сплавов, возникало много трудностей, нередко приводивших к срыву выполнения программы. Такие провалы становились достоянием гласности. Заводская газета тех лет «Ударный труд» очень часто освещала работу прокатчиков, в том числе остро критиковала начальника цеха А.Ф. Белова за неритмичную сдачу продукции, плохое качество листов и большие потери металла из-за брака. Когда положение

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

в цехе обострялось до такой степени, что справиться со строптивым начальником цеха уже не могли ни главный металлург, ни главный контролер, в конфликтную ситуацию вмешивался директор завода Г.Г. Музалевский. Он хорошо знал и прокатное производство, и напористого начальника цеха. Ему приходилось подчас строго взыскивать со своего ученика и заставлял его уважительно относиться к требованиям им же разработанных технологических инструкций по изготовлению листов и к техническим условиям приемки готовой продукции. После таких проработок отношение А.Ф. Белова к Г.Г. Музалевскому стало ухудшаться. Между ними установилась отчужденность, и неизвестно чем бы это кончилось, если бы не произошла смена руководства завода».

Позицию Г.Г. Музалевского в части программы реконструкции и развития мощностей завода А.Ф. Белов и ряд других молодые специалисты расценили, как проявление им «предельщины». Это было несправедливо в отношении выдающегося инженера-новатора, искренне болеющего за судьбу металлургии легких сплавов страны. Но только заступничество заместителя Наркома Михаила Моисеевича Кагановича спасло Г.Г. Музалевского от крупных неприятностей, в том числе и от тюрьмы.

В результате Георгий Георгиевич был снят с должности директора завода и переведен в главные инженеры. А директором завода была назначен представитель молодежи Сергей Михайлович Лещенко, до этого активно участвовавший в строительстве и запуске Челябинского тракторного завода.

Но С.М. Лещенко проработал на заводе несколько месяцев с августа 1936 года по май 1937 года. Затем он был направлен в США для покупки прокатного оборудования для строящегося завода №150 в г. Ступино, где благодаря обращениям в НКТП Г.Г. Музалевского местный электровозный завод перепрофилировался в авиационный металлургический.

В этих условиях Георгий Григорьевич продолжал исполнять обязанности не только главного инженера, но и директора завода №95 вплоть до февраля 1938 года. В феврале этого года он был переведен на должность главного инженера ступинского завода. Здесь ему предстояло руководить освоением прибывающего из США прокатного оборудования.



**Сергей Михайлович
Лещенко в конце
1920-х годов [308].**

Г.Г. МУЗАЛЕВСКИЙ ВО ВСЕСОЮЗНОМ ИНСТИТУТЕ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ВИАМ)

К уже имеющимся нагрузкам в июне 1937 года Г.Г. Музалевского назначили заместителем начальника ВИАМ по научной части (по совместительству). За короткое время пребывания на этом посту Георгий Григорьевич внес значительные коррективы в переоборудование виамовских неудачно построенных лабораторий и конторских помещений.

В докладной записке в партийный комитет ВИАМа от 3 июня 1938 года он справедливо критиковал руководство института за игнорирование исключительно ценного предложения коллектива завода №34, сделанного в 1933 году, об организации научной базы ВИАМа на заводских производственных площадях (архив Ф.И. Квасова).

В конечном счете завод №34 мог бы стать крупным филиалом ВИАМа и сыграл бы огромную роль в развитии научных разработок творческого коллектива авиационных металлургов.

Георгий Григорьевич отметил крупные недостатки в развертывании исследований в области производства легких сплавов для строительства цельнометаллических самолетов и слабую связь с металлургическими заводами отрасли. Над решением этих вопросов он начал активно работать в ВИАМе.

В феврале 1938 года Г.Г. Музалевский был назначен главным инженером строящегося крупнейшего в стране и мире металлургического завода по обработке легких сплавов в Ступино. Здесь Г.Г. Музалевский стал генератором многих прогрессивных начинаний и с честью справился с этой огромной задачей. Одновременно он принимал активное участие проектировании Каменск-Уральского и Белокалитвинских заводов.

О времени, когда Георгий Григорьевич завершил свою работу по в ВИАМе нет данных, но дата докладной в партийный комитет ВИАМа свидетельствует о том, что эта работа в этом институте по совместительству длилась не менее года. Возникает вопрос: зачем Г.Г. Музалевского направили сюда на работу? Попробуем разобраться и предложить версию, кажущуюся весьма и весьма правдоподобной.

Кстати, интересно, что историки ВИАМа никогда не пишут о работе Г.Г. Музалевского в институте. Например, в книге «История авиационного материаловедения. ВИАМ-80 лет: годы и люди/Под редакцией академика

Е.Н. Каблова. - М.: ВИАМ, 2012, 520 с.». Пишут о работе В.М. Десятникова, столяра-десятника, занимавшегося исключительно хозяйственной деятельностью, и И.И. Сидорине, выполнившего гигантскую работу по организации института как многопрофильного научно-исследовательского центра, сыгравшего выдающуюся роль в становлении отечественной авиационной промышленности. А о Георгии Григорьевиче ни слова!

В 1938 году В.М. Десятников и И.И. Сидорин были уволены с руководящих постов ВИАМа. Начальником института был назначен А.Т. Туманов.

Написал об этом еще и потому, что в период с осени 1937 года по январь 1938 года были арестованы и осуждены А.Н. Туполев, работники его ОКБ, И.И. Сидорин, ряд работников ВИАМа. Большинство осужденных было направлено под надзор работников НКВД в различные «шараги».

В этих «шарагах», находясь в тюремном положении, осужденные продолжали трудиться по своим гражданским специальностям. А.Н. Туполев со своими коллегами проектировали самолеты. Так появились пикирующие бомбардировщики Ту-2, Пе-2 и другие летательные аппараты.

И.И. Сидорин участвовал в успешной разработке авиационного дизеля на Казанском моторном заводе.

За успешные результаты работ в «шарашках» осужденные сначала были расконвоированы. Стали вместе тюрьмы уходили ночевать домой, но работать продолжали в шарашках. Через некоторое время с них сняли судимости, а значительно позже практически все были реабилитированы. И о всех вышеперечисленных всегда пишут, что репрессированы они были незаслуженно.

Действительно в годы сталинских массовых репрессий, особенно в 1937-1938 годах, подавляющее число арестованных, направленных в тюрьмы, трудовые лагеря, расстрелянных, было в действительности невиновными, став жертвами доносов, оговоров, полученных в тюрьмах НКВД после жесточайших пыток, физических унижений, клеветнических доносов.

Кроме того, очень строгое существовало тогда уголовное законодательство. Автор, например, 1980-е годы был знаком с человеком, который рассказал ему о том, что его отец в 1933 году сорвал на колхозном поле 5 колосков для своих голодающих детей. Его видел сторож. Результат - 4 года трудового лагеря и утраченное здоровье. Это были времена уникально интенсивного, быстрого развития страны, но и, одновременно, тяжелейшая человеческая драма в истории!

Но были ли несправедливыми репрессии в отношении А.Н. Туполева. И.И. Сидорина, их сотрудников? Сидорина, например, арестовали и осудили по обвинению в участии в антисоветской вредительской организации, действовавшей в авиационной промышленности - по факту за многолетнюю связь с арестованным и осужденным ранее А. Н. Туполевым

Поразмышляем на эту тему.

Предшествующие результаты деятельности названных авиаконструктора и ученого были выдающимися! Цельнометаллические, из алюминиевых сплавов, самолеты, мировые рекордные перелеты, работающие институты ЦАГИ и ВИАМ, обеспечивающие научную и практическую разработку концепций перспективных летательных аппаратов, систем снижения нагрузок на конструкцию летательных аппаратов, повышение безопасности полетов создание новых аэродинамических компоновок самолетов и вертолетов, проведение анализа устойчивости и управляемости летательных аппаратов, металловедческие исследования, разработку и доведение до практического использования авиационных материалов: алюминиевые сплавы, новые стали, сплавы и полуфабрикаты из цветных металлов для авиационного применения, конструкционные материалы из дерева и многое, многое другое. Это, с одной стороны.

А с другой стороны - проблемы с бомбардировщиком СБ (АНТ-40). И серьезные! Два варианта сплава ВВ (ВИАМ-завод имени К.Е. Ворошилова), который настойчиво продвигал для самолета И.И. Сидорин, оказались не технологичными в производстве, чувствительными к коррозии под напряжением. В процессе попыток применения ВВ оказалось, что механические свойства изделий не соответствуют значениям, указанным техническом паспорте на сплав. А результат - нет самолета, для которого этот сплав проектировался. Тем не менее, ВИАМ во главе с И.И. Сидориным настойчиво продвигал разработанный институтом именно сплав для строительства самолета. Виамовцы не обратились на Сетуньский завод, где в это время уже работал Г.Г. Музалевский и его ученик, восходящая звезда отечественного металловедения, главный металлург завода Савватий Михайлович Воронов. Проще же было ездить в Ленинград на завод, не имеющий профессионалов-ученых и не претендующий на лавры главного разработчика, подавляя их своим авторитетом, не встречая их возможных сомнений по поводу состава сплава и технологии его производства.

Чтобы сплав ВВ выглядел оригинальным, в него ввели ненужные добавки

титана и кремния. Вспомним, как В.А. Буталов присвоил себе единоличное авторство по разработке производства полуфабрикатов из кольчугалюминия, а в сплав ненужный никель для оригинальности добавил. Он-то в результате получил 300 золотых советских червонцев (золотыми монетами номиналом 10 рублей, каждая), возможно, заранее договорившись их поделить с Н.А. Калмыковым, а, возможно, и С.Н. Ванковым, судя по их однотипной реакции на попытки Георгия Григорьевича донести до них реальные сведения о процессе и участниках разработки технологии производства кольчугалюминия (стр. 60, 61, 71, 73). Почему бы и нет?

Это предположение не подкреплено документально. Но подобного рода договоренности никогда и не фиксируются на бумаге. К весне 1922 года прошло всего лишь 12 месяцев с момента перехода в стране от политики «военного коммунизма» к НЭПу (новой экономической политике) - бедность и голод в стране после революций и гражданской войны были ужасающие. В этих условиях получение премии золотом было важным способом выживания. Это были и продукты, и дрова для обогрева жилья в зимнее время, платная медицина и многое другое!

Но вернемся к ВИАМу. Нежелание работать совместно с заводом №34, находящимся в Москве и обрабатывать технологию на значительно более новом оборудовании, чем на заводе имени К.Е. Ворошилова, неоптимальное строительство и устройство институтских зданий и лабораторий без учета опыта других организаций - все эти факторы отрицательно сказались на результатах работы института и последовательно на работе строителей-производственников бомбардировщика СБ (АНТ-40). Кипучая деятельность, а самолета нет!

Работы по созданию новых боевых и гражданский самолетов в это время курировал непосредственно сам И.В. Сталин. В отличие от Калмыкова и Ванкова он разобрался с создателями сплава ВВ и безоговорочно поддерживающим своего давнего соратника по металлическому самолетостроению А.Н. Туполевым, думается, вполне справедливо. Они не получили за такую работу золотые рубли, как В.А. Буталов, а оказались, хоть и не на долго, в тюремных «шарагах»!

А направление Г.Г. Музалевского в ВИАМ было необходимым для исправления недостатков в работе института, повлиявших на задержку появления в Военно-воздушных силах страны крайне нужного им скоростного современного бомбардировщика.

ТРИ НОВЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗАВОДА ПО ОБРАБОТКЕ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ

Обращения в народный комиссариат тяжелой промышленности

11 февраля 1936 года Георгий Григорьевич впервые письменно обратился к заместителю Наркома тяжелой промышленности М.М. Кагановичу с докладом о все возрастающей потребности в алюминиевом прокате:



Михаил Моисеевич Каганович (16.10.1888-1.07.1941) - рабочий-металлист, ставший профессиональным революционером, советский государственный и партийный деятель. В 1932-1936 годах - заместитель наркома тяжелой промышленности (НКТП) СССР, ближайший сотрудник Г.К. Орджоникидзе. Руководил авиастроением с 1935 года по 1940 год. Работал (последовательно) в должностях начальника Главного управления авиационной промышленности в НКТП, Наркомов оборонной промышленности (НКОП) и авиационной промышленности (НКАП) СССР. С порученной ему работой не справлялся, застрелился в 1941 году накануне ареста [309, 310].

«Развитие в Союзе добычи алюминия несомненно повлечет за собой значительное увеличение спроса на полуфабрикаты и изделия из алюминия и его сплавов, при чем спрос этот будет расширен путем предъявления новых требований как со стороны авиационной промышленности, так ровно и новым внедрениям этих сплавов в паровозо- и вагоностроении, автотранспорте, судостроении и даже строительстве. В связи с расширением спецификации изделий на катаные и прессованные профили, швеллеры, балки, широкие листы и ленты, фольгу, трубы больших размеров, большие поковки и штамповки изменится и характер оборудования, а, следовательно, и мощность нового завода и его отдельных цехов.

Строительство такого завода несомненно целесообразно осуществлять вблизи к алюминиевой базе и в центре потребления его изделий, во избежание встречных перевозок, то есть по пути следования продукции к потребителям. Таким местом строительства нового завода по обработке давлением алюминия и его

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

сплавов, с нашей точки зрения, в интересах государственной целесообразности и экономики, должен быть Урал, где осуществляется строительство крупнейшего завода по получению глинозема, на базе Алапаевских бокситов и завода по электролизу алюминия. Вопрос, возбужденный об ускорении строительства в Союзе нового мощного завода по обработке алюминия и его сплавов давлением (прокат, прессовка, штамповка) должен быть проработан в самом непродолжительном времени» (архив Ф.И. Квасова).

В этом письме следует особо отметить, что наряду заботой о наращивании мощностей для производства проката, Г.Г. Музалевский дальновидно предсказал о возможности широкого применения алюминиевых сплавов в народном хозяйстве, в том числе в тяжелом машиностроении, жилищном и капитальном строительстве, в автомобилестроении, вагоностроении и в электротехнике. Предвидение оказалось пророческим: эти направления продолжают активно развиваться и в 21 веке.

Три основных достоинства алюминия: коррозионная стойкость, технологичность и архитектурная выразительность - в сочетании с такими качествами, как малая плотность, высокая отражательная способность, хорошее сопротивление динамическим нагрузкам, гигиеничность, немагнитность, отсутствие искрообразования при



21 век, 20-е годы. Электропоезд «Ласточка», выпускаемый заводом «Уральские локомотивы» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область), имеет корпус и несущие элементы из алюминиевого сплава. На фото представлены прессованные панели - заготовки корпусных деталей, стыковочный узел - место обрезки и сварки корпусных деталей, этапы сборки корпуса вагона поезда [311, 312].

ударе явились благоприятными факторами для быстрого развития строительных алюминиевых конструкций в нашей стране.

Г.Г. Музалевский увидел плоды своих прогнозов в виде нескольких московских административных зданий, на которых были эффективно применены алюминиевые витражи и облицовочные колонны. В год 100-летия со дня рождения Г.Г. Музалевского применение алюминиевых сплавов в СССР в десятки раз превысило масштабы использования их в авиации, для которой они в свое время создавались. В 1987 году только на изготовление строительных конструкций в Советском Союзе было израсходовано более 50 тыс. тонн алюминия.

Наряду с предложением о строительстве нового завода Георгий Григорьевич разрабатывал мероприятия по увеличению выпуска проката и штамповок на специализированном заводе по обработке легких сплавов за счет реконструкции.



1934 год. Агитационный плакат фотохудожника Федора Аверина. И.В. Сталин - фактический руководитель СССР (справа) - Секретарь ЦК ВКП(б), К.Е. Ворошилов - Народный комиссар обороны СССР в 1934 году [313].

Не получив ответа на свои предложения о расширении действующего завода легких сплавов и строительстве нового завода, Г.Г. Музалевский 16 мая

1936 года вторично обратился к заместителю народного Комиссара М.М. Кагановичу с теми же предложениями, усиливая их выражением тревоги. «Диспропорция между потребностью и производством будет иметь место уже в следующем 1937 году, имея тенденцию к увеличению в последующие годы. Необходимо теперь немедленно разрешить вопрос о расширении этого производства в Союзе. Со своей стороны, полагаю, что единственным и наиболее реальным выходом из положения является расширение существующих баз с уже освоенной технологией, квалифицированной работой и ИТР. Одновременно должно быть начато строительство нового завода» (архив Ф.И. Квасова).

Будучи осведомлен, что его настойчивые предложения по перспективе развития мощностей для производства проката из алюминиевых сплавов вызывают резкое недовольство у руководства Наркомата тяжелой промышленности, а также среди некоторых специалистов завода, директор завода Г.Г. Музалевский обратился к заместителю Наркома М.М. Кагановичу третий раз с категорическим требованием:

«Зная чрезвычайную важность этого вопроса жизни и смерти нашей авиации, прошу разрешения в Вашем присутствии твердо заявить т. Орджоникидзе о надвигающейся катастрофе, поскольку до сих пор не только не принималось никаких мер к развертыванию строительства, а наоборот все идет к свертыванию и полному закрытию его.

Существенный выход - это вмешательство самого Наркома, который должен дать указание немедленно дооборудовать действующий завод легких сплавов по проекту малого расширения и приступить к проектированию его на большое расширение, а также теперь же начать проектирование нового завода» (архив Ф.И. Квасова).

Будируя вопрос о строительстве нового мощного завода по производству проката из легких сплавов Г.Г. Музалевский предупреждал, что новый завод не должен копировать существующие предприятия! Новый завод должен проектироваться с учетом наработанного к тому моменту современного мирового опыта, а также с перспективой на несколько десятилетий вперед.

Понимая, что будущий завод будет оснащен более крупным металлургическим оборудованием (прокатными станами, паровоздушными молотами, гидравлическими прессами), которые потребуют длительного изготовления, он рекомендовал немедленно начать переговоры с иностранными фирмами с целью ускорения разработки оборудования и последующей его закупки по импорту. Во

всех его письмах-предложениях прослеживается искреннее беспокойство о будущем авиации: «нужно твердо признать, что с постройкой завода мы уже опоздали». (архив Ф.И. Квасова).



Агитационный плакат. Крепи авиапромышленность - базу авианизации и обороны страны. ОСОАВИАХИМ авиационных предприятий и заводов-поставщиков - на борьбу за ПРОМФИНПЛАН. 1933 год [314].

«Что касается нового будущего завода по легким сплавам, то в связи с предъявляемыми уже теперь и последующими требованиями других отраслей народного хозяйства Союза в продукции из алюминия и его сплавов, будущий завод по обработке этих сплавов давлением будет выпускать огромные поковки и штамповки, плиты, швеллеры, балки, мощные кронштейны, широкие листы и ленты, рифленые толстые листы, трубы и прутки больших размеров и т.п. Естественно, поэтому будущий завод будет иметь сверхмощные прокатные станы (блуминги), сверхмощные горизонтальные и вертикальные прессы, большой мощности молоты, мощные плавильные, отжигательные и закалочные электропечи и так далее.

Новый завод будет большим потребителем электроэнергии и несомненно

вызовет строительство специальной мощной электростанции, большого компрессорного хозяйства, огромного инструментального цеха.

К проектированию такого завода должны быть привлечены лучшие союзные специалисты практики и теоретики со всесторонним изучением этого, нового для Союза, производством в европейских государствах: Франции, Англии, Италии, - и тем более в США, где это дело поставлено на надлежащую высоту, а также с изучением изделий из данных сплавов и их применением за границей.



Первый слиток Уральского алюминиевого завода (УАЗ) (г. Каменск-Уральский, Свердловская область), полученный 5 сентября 1939 года из своего уральского глинозема. В течение первого года работы предприятие вышло в число рентабельных. После пуска Уральского алюминиевого завода СССР по производству алюминия вышел на третье место в мире и на второе - в Европе [384].

Условия транспорта, отсутствие встречных перевозок несомненно будут на стороне Урала, как месте строительства будущего завода. К проектированию этого завода должны быть привлечены также конструкторы нашей авиационной промышленности (самолетостроения) в целях изменения конструкторских креплений самолетов и переходы на сложные профили взамен труб. Следует также изучить применения за границей электронных (из магниевых сплавов — прим. автора) поковок и штамповок и технологические процессы их изготовления, начиная от литья до штамповок.

Придавая огромное значение для Союза строительства такого мощного, специального завода, могущего развить процесс техники освоения многими областями народного хозяйства изделий из легких сплавов, полученных обработкой давлением, считаем, что к этому вопросу должны быть привлечены, кроме специалистов этого дела, также представители наркомата Обороны (от артиллерии и морских сил), наркомата путей сообщения (от паровозо- и вагоностроения), от

Районом постройки такого мощного завода, несомненно, должен быть Урал, как фактический центр нашего обширного Союза, где развивается огромная база добычи и выплавки алюминия, где и будут вновь перерабатываться все без исключения отходы этого нового завода.

Академии наук, от архитектуры и прочее.

По материалам, собранным Гипроцветметом, потребность на полуфабрикаты алюминия и его сплавов в настоящее время выражается цифрой, для которой нужно построить не одни, а три новых завода. Такое ненормальное положение лучше всего говорит о большом запоздании с постройкой хотя бы одного из обрабатывающих заводов по легким сплавам» (архив Ф.И. Квасова).

Вопросы строительства в стране новых металлургических предприятий стали постоянной заботой Георгия Григорьевича. Его пытались успокоить, доказать, что его хлопоты напрасны и все останется так, как есть. Но он повторно писал письма в Наркомат, убеждал людей на совещаниях, выступал на партийных собраниях.

В конечном счете настойчивость Г.Г. Музалевского по развитию мощностей производства проката для авиационной промышленности была понята в правительственных кругах, и вопрос о строительстве новых металлургических заводов был решен положительно.

Первым из новых предприятий стал Ступинский металлургический завод, вторым - Каменск-Уральский металлургический завод, третьим - Белокалитвинский металлургический завод.

Ступинский металлургический завод - завод № 150

3 марта 1936 года приказом № 46 по НКТП за подписью Г.К. Орджоникидзе площадка, отведенная под строительство подмосковного электровозного завода «Электровозстрой», со всеми материальными ресурсами и наличными кадрами рабочих, инженерно-технических работников и служащих была перепрофилирована для строительства авиационного предприятия - АвиакOMBината № 150:

«1) Передать стройплощадку Каширского электровозостроительного завода из ведения Главэнергопрома Глававиапрому со всеми материальными ресурсами и наличными кадрами рабочих, ИТР и служащих.

2) Глававиапрому на базе стройплощадки... развернуть строительство нового авиационного комбината, в первую очередь винтов переменного шага, организовать производство мелких паровых турбин и присвоить строительству наименование «АвиакOMBинат № 150...» [315]. Серьезность этого шага диктовалась предвоенной обстановкой в Европе.

Решение о строительстве электровозного завода «Электровозстрой» было принято еще в 1931 году июньским Пленумом ЦК ВКП [315]. Когда проект

завода вчерне был готов, в январе 1932 года Совет Труда и Оборона вынес решение строить завод, способный выпускать 1400 электровозов в год, и при нем жилой поселок на 100-120 тысяч жителей, а в мае 1932 года НКТП утвердил место строительства. Строительству завода уделялось исключительное внимание, так как электрификация железных дорог была ведущим звеном реконструкции железнодорожного транспорта. В решениях XVII съезда ВКП(б) строительство электровозного завода магистральных электровозов признается одной из важнейших задач второй пятилетки в области машиностроения.

Однако, к концу 1935 года военно-политическая ситуация в мире продолжала обостряться. Вероятность боевых столкновений СССР с капиталистическими странами неуклонно возрастала. Поэтому в условиях не развитой железнодорожной электросети руководством страны был сделан упор на строительство паровозов. Строительство электровозов стало временно не актуальным. Поэтому строительная площадка «Электровозстроя» и была передана авиастроителям.



1934 год. Президиум первомайского торжественного собрания в рабочем клубе «Электровозстроя». В президиуме (первый слева) начальник строительства «Электровозстроя», директор и начальник строительства завода №150 Гурген Варганович Визирян (фото представлено музеем Ступинской металлургической компании).

На образованном Авиакомбинате № 150 было налажено производство

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

воздушных винтов и организовано производство учебно-тренировочных самолетов УТ(учебно-тренировочный) - 1 конструкции ОКБ А.С. Яковлева, которые начали производить в 1937 году. Тем не менее, размеры общей площади, занимаемой заводом, не задействованные производственные здания, численность рабочего персонала позволяли расположить здесь и другие производства.



Общий вид цеха самолетного производства - сборка самолетов УТ-1 ОКБ А.С. Яковлева [316].

Именно постоянные обоснованные обращения в Народный комиссариат Георгия Григорьевича Музалевского сыграли главную роль в решении руководства государства о строительстве металлургического завода для производства проката из алюминиевых сплавов для авиации на площадях Авиакомбината № 150. В первой половине 1937 года наркоматом авиационной промышленности (НКАП) было принято решение о закупке прокатного завода в США.



Сергей Михайлович Лещенко [308].

Для этого правительством СССР в мае 1937 года было принято решение послать в США группу специалистов-металлургов по обработке легких сплавов для ознакомления с технологиями производства крупногабаритных полуфабрикатов из алюминиевых сплавов и для решения вопроса выбора и закупки необходимого оборудования.

В состав группы вошли директор Сетуньского

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

завода по обработке легких сплавов С.М. Лещенко (был отозван в Москву в октябре 1937 года и в декабре арестован по ложному обвинению [317]), начальник главного металлургического управления НКАП И.Д. Домов, технические специалисты ВИАМа и завода: Н.И. Корнеев, Н.Д. Бобовников, Н.Д. Хабаров, В.Д. Королев, И.А. Сидоров.

Технология производства крупногабаритных деталей из легких сплавов американцами держалась в строжайшем секрете, а посещение заводов ведущей алюминиевой фирмы «Alcoa» иностранными специалистами запрещалось законом США. Поэтому фирма отказалась продать лицензии на технологию производства полуфабрикатов из алюминиевых сплавов.



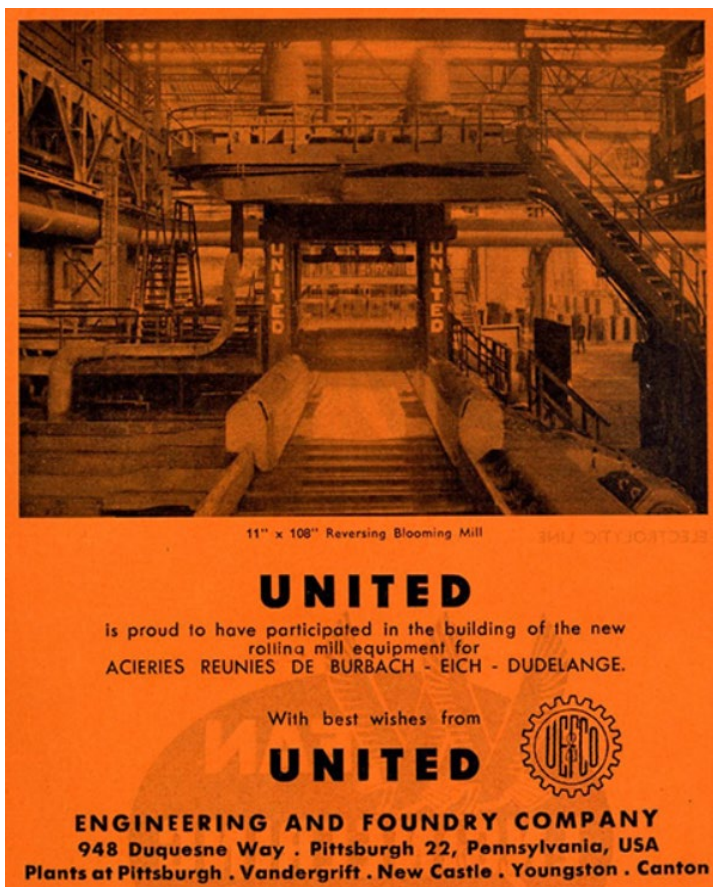
Слева направо: Николай Иванович Корнеев, Николай Д. Хабаров (фото из архива А.Б. Бондарева), Николай Дмитриевич Бобовников [318].

Зная еще по опыту проектирования специализированного завода по обработке легких сплавов о тенденции использования прокатного оборудования черной металлургии для обработки легких сплавов, советские инженеры начали вести переговоры с фирмами по обработке черных металлов о посещении принадлежащих им заводов. Переговоры закончились успешно, и нашим экспертам разрешили ознакомиться с производством стального проката на заводах ряда фирм, в том числе и на автомобильных заводах Форда. Увиденное там позволило членам комиссии принять всемирно новаторское и инновационное для того времени решение о покупке прокатных станков кварто, применяемых в черной металлургии, для выкатки дюралюминиевых листов шириной до 2500 мм.

Наши специалисты провели переговоры с машиностроительной фирмой United Engineering and Foundry Company, располагавшейся в городе Питсбург

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

(штат Пенсильвания) о поставке Советскому Союзу крупного прокатного оборудования. Одновременно фирмой было дано инженерное заключение о возможности использования приобретенного оборудования для обработки алюминиевых сплавов. Был учтен и положительный опыт работы с нашей страной фирмы



Один из станов кварты 2800 производства фирмы United Engineering and Foundry Company. Эти станы были поставлены фирмой на завод «Запорожсталь» и Ступинский металлургический завод №150 (фото из рекламного проспекта фирмы United Engineering and Foundry Company, первая половина 1930-х годов).

United Engineering and Foundry Company, поставившей однотипное оборудование на завод «Запорожсталь» в городе Запорожье, начавшее успешно работать в 1937 году.

В результате 29 марта 1938 года Советским правительством были приняты

решения о строительстве металлургического завода в составе ступинского Авиакомбината № 150 и закупке прокатного оборудования у фирмы United Engineering and Foundry Company.

По заключенному договору фирма обязалась в течение 1939 года поставить все оборудование, которое должно было быть смонтировано в 1940 году.

Заказанное оборудование имело технические характеристики, которыми не обладало самое новейшее оборудование на передовых предприятиях по обработке легких сплавов в самих Соединенных штатах Америки.

Руководство Главного управления авиационной промышленности отчетливо представляло, какую огромную работу предстоит выполнить в Ступино при сооружении современного металлургического завода, особенно его листопрокатного производства. Закупаемые в США прокатные станы отличались не только крупными размерами, но и сложнейшим электрическим оборудованием. В течение двух лет предстояло скомплектовать, смонтировать, опробовать и сдать в эксплуатацию оборудование общей массой более 15 000 тонн.

Чтобы возглавить выполнение столь огромной технической программы работ требовался очень опытный и квалифицированный главный инженер завода. Ситуация сложилась еще более сложная, чем в 1933 году на специализированном заводе по обработке легких сплавов. Несмотря на то, что к 1939 году многие ученики Г.Г. Музалевского проявили себя как опытные организаторы металлургического производства, а некоторые из них претендовали на высокие административные должности, главное управление авиационной промышленности при назначении главного инженера строящегося Ступинского прокатного завода вновь обратилось к кандидатуре Георгия Георгиевича Музалевского. Был учтен его огромный творческий труд на заводе им. Авиахима, опыт по созданию завода №34 и выдающийся вклад в освоение проектных мощностей на специализированном заводе по обработке легких сплавов. Немаловажную роль в этом назначении сыграла большая озабоченность и принципиальность Г.Г. Музалевского в вопросе о строительстве новых заводов на базе современных для того времени достижений науки и техники. Приказом № 29 от 1 февраля 1938 года Наркомат оборонной промышленности назначил Г.Г. Музалевского главным инженером Ступинского металлургического завода. И снова выбор оказался правильным: Г.Г. Музалевский энергично и со знанием дела выполнил ответственное поручение по монтажу и пуску необычно крупных и конструктивно сложных листопрокатных станов, изготовленных и поставленных фирмой United Engineering and

Foundry Company.



Иван Дмитриевич Домов (фото из архива А.Б.Бондарева).

Огромнейшую ответственность за принятое решение несли начальник главного металлургического управления НКАП И.Д. Домов, технические специалисты ВИАМа и завода: Н.И. Корнеев, Н.Д. Бобовников, Н.Д. Хабаров, В.Д. Королев, И.А. Сидоров. Ведь необходимо помнить о том, что описываемые события происходили в 1938-1939 годах - годах необоснованных обвинений и массовых репрессий в стране. Любое хоть чуть-чуть неверное решение,

любая возможная проблема с купленным оборудованием могли закончиться для любого из них арестом и расстрелом. Все члены комиссии принимали самой активное участие в приеме оборудования перед его отправкой в СССР, его монтаже и освоении на площадке ступинского завода.

А пока производились все эти работы у каждого из перечисленных специалистов после возвращения домой под вешалкой в прихожей лежал дежурный рюкзачек на случай неожиданного ареста. Об этом часто вспоминал мой дед Николай Иванович Корнеев, рассказывая, как они жили много месяцев в Питсбурге, вели переговоры с фирмой, покупали у нее оборудование и участвовали в его освоении в Ступино.

Для запуска в работу прокатного оборудования необходим был уже работающий литейный цех. Ведь для производства проката необходимы соответствующие слитки. Поэтому до получения прокатных станов было начато ускоренное строительство мощного литейного цеха, оснащенного электрическими плавильными печами, механических и инструментальных цехов. Одновременно были приняты меры к обучению кадров литейщиков и прокатчиков из числа строителей.

Главный инженер завода добился получения первой плавильной электрической печи с Сетуньского завода по обработке легких сплавов. В октябре 1939 года началась отладка литейных агрегатов, а уже в ноябре месяце отлит первый

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

алюминиевый слиток массой 250 кг. Это был существенный шаг вперед, по сравнению со 100-килограммовыми слитками, производимыми на заводе в Сетуни. Вслед за этим ступинские литейщики освоили производство слитков массой 500 кг.



В литейном цехе отлит первый плоский слиток весом 500 кг. Такой слиток превышал по весу в 5 раз вес слитков, выпускаемых в то время на других отечественных заводах. Слева направо: директор завода Г.В. Визирян, Народный комиссар авиационной промышленности М.М. Каганович, Г.Г. Музалевский, литейщик Д. Юдин [316].

Под руководством Г.Г. Музалевского конструкторский отдел завода, возглавляемый Н.Д. Москаленко, начал разработку оснастки для отливки слитков в щелевую изложницу, затем отливок постепенного замораживания в тонкостенной изложнице, а следом и отливки слитков непрерывным методом. Была также изготовлена опытная водоохлаждаемая изложница для отливки плоского слитка. Надежными помощниками главному инженеру стали опытные специалисты-литейщики, прибывшие из Сетуни. Это начальник литейного цеха специализированного завода легких сплавов А.В. Подсеченов, инженеры А.И. Мухин, Г.А. Осецимский и другие.



Слева направо: Александр Васильевич Подсеченов (1903-1986), Гилярий Альфонсович Осецимский (1869-1948) [319].

Однако наибольшую заботу для главного инженера завода Г.Г. Музалевского представляла работа по прокатному цеху. К моменту его приезда на завод в прокатном цехе началось строительство фундаментов под стан 2800 горячей прокатки и стан 2800 холодной прокатки. При его непосредственном участии в 1938 году были сооружены фундаменты под основное листопрокатное и термическое оборудование.



В декабре 1932 года начальником строительства завода «Электровозстрой», а затем и директором Авиакомбината №150 был назначен Гурген (Георгий) Вартанович Визириан (1900-1981). Под руководством Гургена Вартановича возведен и город Ступино, в котором, как предполагалось, должно было быть 40 тысяч жителей. Под его руководством был осуществлен успешный пуск завода, его эвакуация и реэвакуация во время Великой Отечественной войны. В годы войны Визириан награжден орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и орденом Кутузова I степени. После 1942 года он занимал должности заместителя наркома, заместителя министра авиационной промышленности. Затем работал

начальником управления по строительству в Центральном и Южном районах Главнефтегазстроя при Совете Министров СССР, начальником Главзападнефтестроя [318, 320].

В июне 1939 года в прокатный цех стали поступать крупные узлы прокатных станков, прибывшие из США, которые тут же сдавались в монтаж. Руководил строительством металлургического завода Г.В. Визириан, назначенный директором построенного им предприятия.

Начальник отдела внешних связей Наркомата М.М. Канторович имел несколько деловых встреч с главным инженером строившегося тогда Ступинского металлургического завода Г.Г. Музалевским. Он так отзывался об этом периоде: «Наши встречи с Г.Г. Музалевским носили деловой характер и происходили они в Наркомате или непосредственно на строительстве завода в Ступино. На встречах рассматривались технические вопросы, возникавшие в ходе поставок и монтажа оборудования.

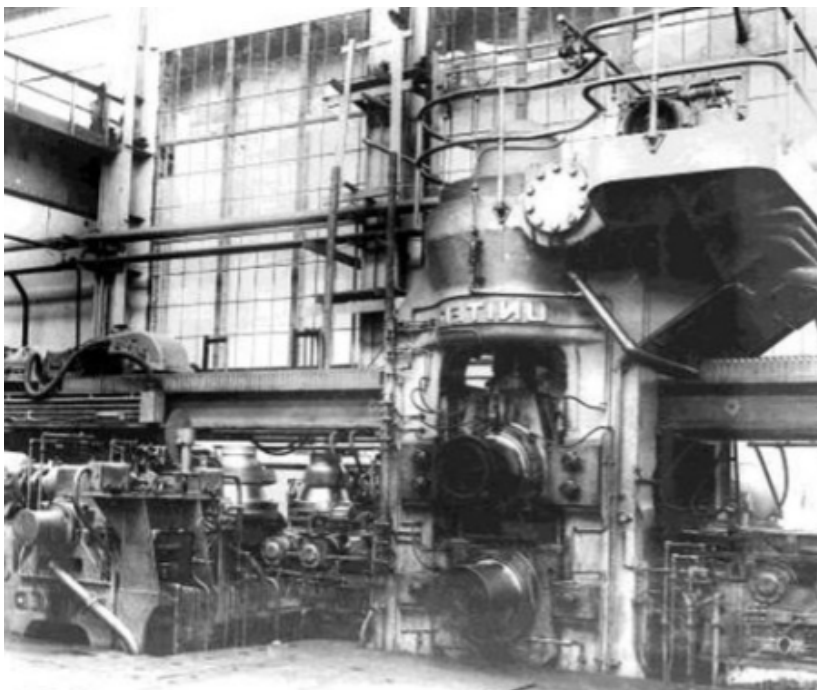
Из всей талантливой плеяды металлургов авиационной промышленности того времени, Музалевский Г.Г., старший по возрасту, выделялся технической

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

эрудицией в металлургических процессах, знаниями производства, компетентностью, сочетаемыми с высокой общей культурой и тактом. Его взвешенные доводы четко излагались в спокойной и уважительной по отношению к оппонентам форме. Скупой на слова, подтянутый, безупречно одетый, вежливый, он всегда располагал к серьезному диалогу. Среди окружавших его людей Музалевский Г.Г. пользовался авторитетом и уважением» (архив Ф.И. Квасова).

Основную часть своего времени Георгий Григорьевич проводил на монтаже станов 2800 для горячей прокатки и оснащении его нагревательными печами, скрупулезно следил за качеством монтажа станов для холодной прокатки и линий отделки листов.

Г.Г. Музалевский возглавил учебу всех инженерно-технических работников. Он уделял большое внимание обучению кадров, организуя группы по изучению оборудования, схем управления и технологических процессов. Затем уже сами инженерно-технические работники обучали рабочих цеха, операторов пультов управления, электриков, термистов, слесарей по оборудованию и систем масляных подвалов, крановщиц и электрокарщиц.



Стан горячей прокатки Дуо. 1940 год [316].

Завершением учебы для многих инженеров и рабочих была производственная практика на заводе «Запорожсталь», где имелось аналогичное по конструкции прокатное оборудование. В течение нескольких дней с работой запорожского завода Г.Г. Музалевский знакомился лично. Наибольший интерес у него вызвала эффективная работа непрерывного стана «1680» фирмы United Engineering and Foundry Company, на котором производилась прокатка тонкого стального листа. К концу 1939 года учеба была завершена, были сданы экзамены на знание всех инструкций и схем управления, и в первые дни января 1940 года первая группа личного состава линии горячей прокатки приступила к работе.

Были опробованы и освоены главные агрегаты цеха, отлажены параметры каждой технологической операции, составлены технологические карты, номограммы прокатки, термообработки и отделки листов из алюминия и его сплавов: АМц, Д1 и Д6.

Все оборудование проверено на режимах обработки с большими нагрузками и показало хорошую надежность и высокую производительность, значительно превышающую производительность прокатных цехов, действующих на других металлургических заводах страны.

Стиль работы Г.Г. Музалевского на строящемся Ступинском прокатном заводе оставался таким же, каким он запомнился его ученикам и соратникам на заводах Кольчугинском, им. Авиахима и специализированном заводе по обработке легких сплавов №95 в Сетунь (- непосредственное участие в монтаже, пуске и освоении каждого агрегата прокатных станом или термических устройств. Это обеспечивало успешную работу во всем ее многообразии.

В процессе освоения технологии прокатки слитков из сплавов Д1, Д6 встретились большие трудности. Стало ясно, что на таких мощных станах, как стан 2800 рост производительности сдерживался малой массой слитка. Она пока не превышала 500 кг.

В короткие сроки под руководством Г.Г. Музалевского, при активном участии А.В. Подсеченова и других работников литейного цеха была освоена технология производства слитков из сплавов Д1 и Д6 (М95) весом 1000 кг.

На заводе впервые были смонтированы уникальные листопрокатные станы кварто с шириной бочки 2800 мм для горячей и холодной прокатки рулонов и ряд других мощных установок. Все установленные станы предназначались для изготовления стальных листов, но никогда до этого не использовались для прокатки листов из алюминия и алюминиевых сплавов. Однако, огромные знания

главного инженера завода Г.Г. Музалевского, начальника цеха Н.Д. Бобовникова, начальника профильной лаборатории ВИАМ Н.И. Корнеева и большой опыт таких мастеров-прокатчиков, как В.Д. Королев, стажировавшегося на заводе США, помогли в короткие сроки преодолеть все трудности освоения оборудования и добиться качественной прокатки листов из алюминиевых сплавов в рулонах.

Все прокатное оборудование показало хорошую надежность и высокую производительность. Для прокатки листов из труднодеформируемых сплавов Д1, Д6 (М95) был принят и самый крупный в то время в нашей стране слиток массой 500 кг вскоре увеличенной до 1000 кг. На станах с длиной бочки 2800 мм стало возможным изготавливать для самолетов обшивочные листы до 2000 мм.



Прокатный цех №42 Ступинского завода. Загрузка плоских слитков в колдцевые печи гомогенизации. Фото приведено для иллюстрации размеров прокатываемых заготовок [322].

Георгий Григорьевич организовал работу ведущих инженерно-технических работников завода над преодолением технических трудностей, чтобы в полной мере использовать возможности новейшего оборудования прокатного цеха. Под его непосредственным руководством проводилось освоение важнейшей операции - прокатки рулонов. Как только прокатный цех наладил промышленный выпуск

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

листов, Главное управление авиационной промышленности представило его для приема Государственной комиссии. Правительственная комиссия под председательством наркома цветной металлургии П.Ф. Ломако в акте о приеме от 15 июня 1940 года записала, что прокатное производство считается принятым в эксплуатацию, а проделанную работу коллективами строителей, монтажников и эксплуатационных работников считать отличной.



Петр Фадеевич Ломако (1904, Темрюк, Кубанская область - 1990, Москва) - советский государственный деятель, нарком и министр, руководитель цветной металлургии СССР, специалист в области цветной металлургии. Герой Социалистического Труда (1974). С октября 1937 года по май 1939 года директор Кольчугинского завода имени Орджоникидзе. Начальник главного управления алюминиевой, магниевой и электродной промышленности, заместитель наркома цветной металлургии СССР. По продолжительности служения на министерских постах - более 46 лет (с июля 1940 по октябрь 1986 г.) - не имел равных в мире, поэтому в 1988 году его имя было

занесено в Книгу рекордов Гиннеса [322-324].

В приложении к акту приемки прокатного цеха особо оговариваются особенности исполнения энергетической и технологической частей проекта.

По энергетике: приемная система Леонардо для вспомогательных механизмов горячих станков, трехобмоточные генераторы для питания моторов нажимных устройств и бустерные генераторы для привода моталок. Введена синхронизация главных и вспомогательных механизмов горячего стана и обеспечена его полная автоматизация.

По технологии: было отмечено, что проектные, строительные, монтажные и эксплуатационные работы по прокатному производству выполнены в короткие сроки, в условиях новизны оборудования и технологических процессов. Принятая технология литейного и прокатного цехов вполне современна и находится на уровне последних достижений мировой науки и техники в данных областях производства.

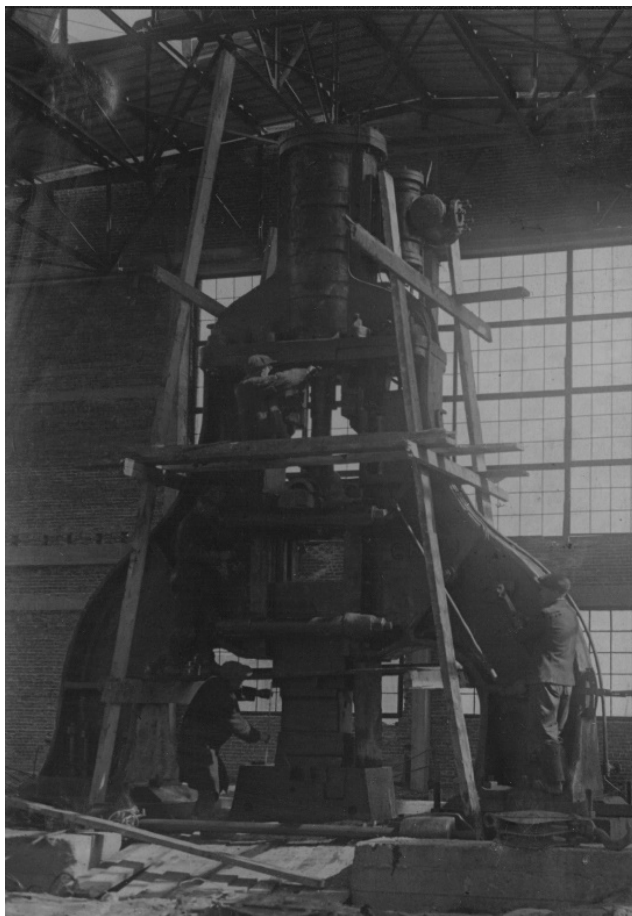
По производственным возможностям: установленное на заводе оборудование позволяет производить изготовление и обработку слитков массой до 1800

кг при исключительно высоком качестве выпускаемой продукции листов, лент размерами, которые в СССР производятся впервые.

Не осталось без внимания инженера Г.Г. Музалевского и создание кузнечно-штамповочного цеха. Как только заканчивались строительные работы в литейном и прокатном цехах бригады строителей направлялись на сооружение фундаментов под молоты и нагревательные печи. Монтаж кузнечно-штамповочного оборудования проводился в течение всего 1940 года, а в начале 1941 года в цехе стали изготавливать разнообразные штамповки для самолетостроителей. Следует отметить, что кузнечно-штамповочный и механо-штамповый цеха также оснащались самым современным по тому времени оборудованием: паровоздушными молотами двойного действия, горизонтально-ковочными машинами, высокопроизводительными термическими устройствами и многими другими видами оборудования.

В своих воспоминаниях бывший начальник строительства Ступинского комбината, Г.В. Ви-

зирян отметил: «Высокая оценка монтажных работ была дана также представителем американской фирмы «Юнайтед», которая тем самым подтвердила гарантию: «Вся работа была очень хорошо организована, и я хочу поблагодарить Ваш



1940 год. Монтаж в кузнечном цехе 5-тонного молота (фото представлено музеем Ступинской металлургической компании).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

штат за тесное сотрудничество со мной во всех вопросах. Качество работ Вашего отдела выдерживает благоприятное сравнение с другими монтажными работами, которыми мне приходилось руководить.

Скорость, с которой была выполнена работа, - хорошая и монтаж в целом был проведен очень хорошо. Я уезжаю с чувством, что этот монтаж даст хорошие результаты в работе» (архив Ф.И. Квасова).

26 октября 1940 года Совет Народных Комиссаров СССР утвердил акт правительственной комиссии, отметив в постановлении отличную работу по проектированию, строительству, монтажу и освоению производства цветного проката на комбинате. Было отмечено, что ввод прокатного завода комбината в строй действующих предприятий вывел нашу страну в число передовых стран мира по производству листов из алюминиевых сплавов.

Таким образом, накануне Великой Отечественной войны вошел в строй завод авиационной металлургии в г. Ступино. Он стал самым мощным в мире и наиболее прогрессивным заводом по техническому уровню производства проката из алюминиевых сплавов.

Существует интересное свидетельство того, как незадолго до нападения фашистской Германии на нашу страну Ступинский металлургический завод в сопровождении руководства Госплана СССР посетил германский посол фон Шуленбург с большой свитой работников посольства, среди которых были люди, сведущие в прокатном деле.



Слева направо: Граф Фридрих-Вернер Эрдманн Маттиас фон дер Шуленбург (1875 -1944) - немецкий дипломат, посол Германии в СССР (1934-1941). Участник заговора 20 июля 1944 года против Адольфа Гитлера [325]. Афанасий Иванович Назаров (1906-1988) - директор СМЗ с 1952 по 1964 год (фото 1939 года представлено музеем Ступинской металлургической компании).

Официально немецкий посол приехал посмотреть, как работают в кузнечном цехе молоты, поставленные Германией.

Но когда немцы увидели работу листопрокатного оборудования, в том числе станов кварто 2800 для горячей и холодной прокатки рулонов, то, по свидетельству А.И. Назарова, директора Ступинского металлургического завода с 1952 по 1964 год, фон Шуленбург «серьезно расстроился, поскольку таких крупных высокомеханизированных станов для прокатки алюминия в Германии не было». (архив Ф.И. Квасова).

Бывший в то время начальником прокатного цеха, известный металлург, трижды лауреат Государственных премий СССР Н.Д. Бобовников рассказал, что сопровождавшие посла специалисты сперва никак не могли поверить, что перед ними вертикально поставлен прокатанный на горячем стане рулон шириной 2500 мм. Они посчитали его бутафорской трубой, чтобы ввести в заблуждение гостей. Пришлось начальнику цеха распорядиться, чтобы для одного, особо любопытного гостя принесли стремянку. И только тогда немцы убедились, что это рулон, из которого на станах холодной прокатки можно изготовить обшивочный лист шириной 2000 мм, а при необходимости и до 2500 мм (архив Ф.И. Квасова). Было отчего расстроиться гостям.

Интересными фактами поделился с автором этой книги в 1983 году Владимир Александрович Ливанов, проработавший на заводе с 1942 по 1978 год в должностях главного металлурга и главного инженера. Оказывается, что в начале Великой Отечественной войны немцы бомбили Москву, а Ступино старательно облетали стороной. Бомбежки Ступино и завода начались только тогда, когда немцы заметили начавшуюся эвакуацию оборудования. По видимому, сначала немцы берегли завод, рассчитывая захватить его и использовать его уникальное оборудования для своих нужд. Но из задумки не сбылись.

В октябре 1941 года в завод был эвакуирован в Каменск-Уральский на



Доктор технических наук, профессор Владимир Александрович Ливанов - выдающийся советский и российский металлург, создатель отечественной школы научной технологии производства продукции из легких сплавов. Один руководителей кандидатской работы автора этой книги (фото из архива А.Б. Бондарева).

площадку строящегося там завода. После разгрома немцев под Москвой было решено реэвакуировать завод на его первоначальное местонахождение. В начале 1942 году прокатный цех был возвращен с Урала в Ступино и с мая того же года начал давать продукцию самолетостроительным заводам.

Говоря о быстроте восстановления листопрокатного производства после реэвакуации в 1942 году Г.В. Визирян написал: «При этом необходимо подчеркнуть, что восстановление огромного предприятия с десятками тысяч единиц оборудования, сотен километров кабелей и проводов, громоздкого энергетического, транспортного и технологического оборудования и весьма точной электрической аппаратуры было осуществлено всего в тридцать пять дней» (архив Ф.И. Квасова).

Такое заключение лишней раз подчеркивает огромную заслугу всего коллектива строителей, монтажников и лично главного инженера Г.Г. Музалевского в создании Ступинского металлургического завода. Характеризуя его вклад в укрепление оборонной мощи Советского Союза проректор Московского авиационного технологического института (МАТИ) профессор С.М. Воронов в 1953 году отмечал: «С этим периодом деятельности Г.Г. Музалевского непосредственно связана его работа в качестве главного инженера по строительству Ступинского металлургического завода. Это исключительное по своей технической мощи и оборудованию предприятие, знаменовавшее собой новый большой скачок в технологии и масштабах производства, требовало исключительного внимания, энергии и инженерного таланта для своего становления.

Трудно измерить те затраты своих сил и знаний, которые Г.Г. Музалевский вложил вместе с руководимым им коллективом в это предприятие, которым мы, все советские люди, так гордимся. В 1940 году строительство завода было успешно закончено и этот новый гигант, красавец-завод вступил в строй действующих предприятий Союза.

Г.Г. Музалевский был инженером с отличной теоретической подготовкой и надлежащим производственным стажем, обладал острым умом, смелой мыслью, широким размахом и хорошо развитым чувством интуиции» [326].

Когда отмечалось 100-летие со дня рождения Г.Г. Музалевского, выступивший с воспоминаниями В.А. Ливанов очень высоко оценил вклад Георгия Григорьевича в развитие металлургии легких сплавов в предвоенный период.

Смонтированные и освоенные под руководством Г.Г. Музалевского уникальные листопрокатные станы 2800 для горячей и холодной прокатки рулонов

из алюминиевых сплавов продолжают надежно работать и в начале 21-ого столетия. В 1970-х годах они подвергались значительной модернизации. В частности, на стане горячей прокатки установлены моталки с ременным захлестывателем, а на стане холодной прокатки - внедрена система охлаждения легкими минеральными маслами.

Каменск-Уральский металлургический завод

3 июня 1939 года Экономсоветом СССР было выпущено Постановление №513-99С о строительстве в районе города Каменск-Уральский завода №268 как базы для производства по производству магниевых сплавов.

9 июля 1939 году было принято постановление Совнаркома СССР о строительстве металлургического завода в Каменск-Уральском. Известия о выпуске этих документов очень обрадовало Г.Г. Музалевского, поскольку именно они, в первую очередь, отвечали на его настойчивые призывы к наращиванию мощностей для изготовления проката и штамповок из легких сплавов в первую очередь на Урале.

Распоряжением директора Государственного института по проектированию предприятий цветной металлургии (ГИПРОЦМО) В.М. Миронова от 30 ноября 1940 года Г.Г. Музалевский был включен в состав комплексной бригады по проектированию в стадии проектного здания Уральского завода легких сплавов. На него были возложены обязанности руководителя технологической части проекта. Как высококвалифицированный специалист он непосредственно отвечал за проектирование всех производственных цехов, а также за разработку инструментального цеха и контрольно-измерительной лаборатории [327].

4 февраля 1940 года Нарком авиационной промышленности утвердил проектное задание. В мае начались строительные работы по возведению завода, с октября - подразделениями стройтреста №5 Народного комиссариата авиационной промышленности [328].

Проектное задание было закончено 15 января 1941 года, с опережением против установленного срока [329]. Была особо отмечена хорошая разработка технологии производства листов, лент, катаных профилей и труб, базирующейся на основе утяжеленного слитка с применением высокоскоростных прокатных станов [330].

Этот документ стал техническим проектом Каменск-Уральского металлургического завода. Таким образом Г.Г. Музалевский не только добивался немедленного проектирования нового завода на Урале, но и внес огромный творческий

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

вклад в его осуществление. Строительство Каменск-Уральского металлургического завода развернулось в 1941 году. В феврале 1942 года - литейный цех отлил первые слитки, а в конце 1943 года начали изготовление продукции кузнечный и прессовый цехи. Это стало новым большим вкладом металлургов в победу над фашистской Германией.



1942 год. Первый корпус литейного цеха (вверху) и плавильно-литейные агрегаты литейного цеха (1943 год) [328].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

После успешного завершения строительства и пуска Ступинского металлургического завода Г.Г. Музалевский обратился к министру авиационной промышленности А.И. Шахурину с просьбой об освобождении его от должности главного инженера Ступинского металлургического завода. Просьба была удовлетворена и с января 1941 года Г.Г. Музалевский перешел на временную работу на один из московских заводов. Впереди у него была научно-педагогическая работа в Московском авиационном технологическом институте.

Белокалитвинский металлургический завод

Летом 1939 года в станции Усть-Белокалитвинской примерно в 135 км северо-восточнее города Ростов-на-Дону было начато строительство Юго-Восточного завода по обработке легких сплавов. Это был третий завод, о необходимости строительства которого писал в своих письмах в адрес Наркомата авиационной промышленности Г.Г. Музалевский, принявший активное участие в его проектировании.



Железнодорожная станция Белая Калитва, 1939 [331].

В течение 1940 года к месту нахождения будущего завода подводились железнодорожные пути от железнодорожной станции Белая Калитва, готовились котлованы для устройства фундаментов будущего оборудования, для шло строительство складских помещений, жилых домов для строителей и работников будущего завода. На стройке работало около 500 человек. В предвоенные месяцы 1941 года станция Усть-Белокалитвинская Указам Президиума Верховного

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Совета РСФСР была преобразована в рабочий поселок Белая Калитва [332].

С началом Великой Отечественной войны строительство завода было остановлено. А через некоторое время наступило время немецкой оккупации. На заводской территории немецкие фашисты организовали концентрационный лагерь. В память невинным жертвам Белокалитвинского концлагеря у центральной проходной завода был памятник [333].



Памятник узникам фашистского концлагеря в сквере у центральной проходной завода [334].

Строительство завода было возобновлено в 1948 году [332].

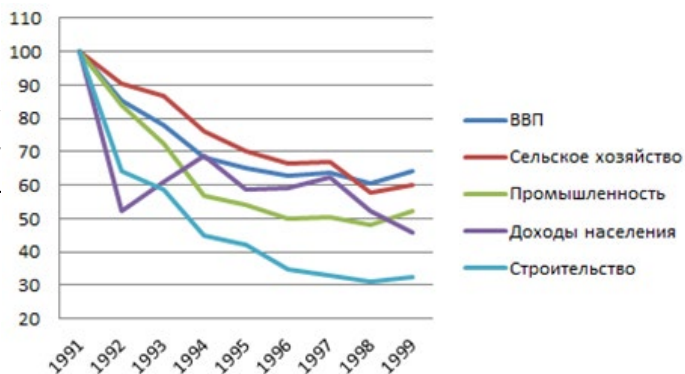
Заводы Г.Г. Музалевского в 2025 году

2025 год - со времени описываемых событий прошло около 80 лет. В промышленности были преодолены разрушительные последствия Великой Отечественной войны. Наша страна пережила очень трудные времена в 1990-е годы - возвращение от социализма к капитализму. К 1999 году, например, индекс промышленного производства в России снизился по сравнению с 1991 годом почти в два раза (на 48 %).

Страна была практически разорена. Инфляция, обеднение граждан России приобрели стали катастрофическими. 1 января 1998 года государством была проведена деноминация рубля в 1000 раз! А уже через 8 месяцев в этом же году Россия была успешно доведена своими руководителями до дефолта. Если 15 августа 1998 года официальный курс доллара составлял 6,3 руб., то 1 сентября - уже 9,33 руб. (девальвировался почти на 50%), 1 октября - 15,9 руб., а 1 января 1999 года - уже 20,65 руб. В обменных пунктах наличной валюты же курс сразу после объявления дефолта вырастает с 6 до 9-10 руб. за доллар [335].

Из приведенного выше графика видно, что к 1998 году 50% промышленности было уничтожено. Это была не простая остановка заводов и фабрик, а практически во всех случаях тотальное разрушение. Чаще всего на их месте стали строить офисы - весьма и весьма прибыльный бизнес!

Экономические показатели Российской Федерации, % от уровня 1991 года [336].



Москва. На месте разоренного и уничтоженного автомобильного завода им. Лихачева построен громадный офисный центр. Но фото объявление об аренде офисов (Скриншот экрана компьютера сделан 17.10.2025 года).



4 661 м² — 3 этаж

33 000 Р/м² Ставка арендной платы. Открытая планировка. Готово к отделке. Ореп срассе. Арендуемая площадь 4 661 м2. Этаж – 3. Долгосрочный договор. Прямая аренда от собственника.

12 817 750 Р/мес



А, например, Волгоградскому тракторному заводу (бывшему Сталинградскому) пока не везет: завод разорен и разрушен, в место его чем-нибудь полезным пока не занято. Вверху: Сталинградский тракторный завода в 1930-е годы [337]. Внизу: Волгоградский тракторный завод в 2020-м году [338].

Три завода, строительство которых инициировал Георгий Григорьевич, принимавший активное участие в их проектировании, запускавший Ступинский завод, с большим трудом пережили 1990-е годы.

Все эти предприятия столкнулись с резким уменьшением заказов на свою продукцию, а часто, в ряд промежутков времени, и с их полным отсутствием. Неиспользуемое оборудование в отсутствие заказов было законсервировано.

Согласно тенденциям начала 1990-х годов на заводах в попытках выжить

отдельные цеха превращали в самостоятельные хозяйствующие субъекты. То есть на одной производственной площадке образовывался десяток обществ с ограниченной ответственностью (ООО), которые часто начинали конкурировать друг с другом. Часто эти образованные ООО совершали попытки вывоза уникального оборудования за территорию заводов. Происходил это процесс под видом его покупок по заниженным ценам или попросту вывозом под видом списанного по выдуманной невозможности эксплуатации. Во второй половине 1990-х годов начинался процесс консолидации заводских мощностей.

Все заводы в процессе приватизации перешли из государственной собственности в частную. Все они стали акционерными обществами, в которых началась борьба за контроль над предприятиями. В основном к 2000 году заводы приобрели постоянных хозяев.

Если в Ступинский завод в 1999 году стал АО «Ступинская металлургическая компания» (СМК), то Каменск-Уральский металлургический завод (КУМЗ) названия своего не менял и по состоянию на 2019 год контролировался одной компанией: ООО «УК» «Алюминиевые продукты» [339, 340].

Белокалитвинский завод (АО «Белокалитвенское металлургическое производственное объединение» с 1993 года) чаще менял своих хозяев. В 2000 году он стал принадлежать компании Публичному акционерному обществу РУСАЛ (Русский Алюминий). В 2004 году Русский Алюминий с одобрения государственных органов продал предприятие американской корпорации Alcoa (Aluminum Company of America) [341, 342].

Вот это была сделка! Какие молодцы... - продали американской корпорации крупнейшее стратегическое предприятие по производству алюминиевого проката, в том числе военного назначения! Предлагаю вспомнить 1937-1938 годы, когда предприятия корпорации Alcoa отказывали нашим специалистам не только в посещении их предприятий, но и просто в переговорах! Есть разница? Конечно есть. Именно так бдительно и охраняют свои технологические секреты.

В 2015 года Белокалитвинский завод вернулся к российскому собственнику - АО «Ступинская металлургическая компания»

Это была не единственная такая продажа американской компании. В 2005 году этим же собственником той же самой Alcoa был продан второй крупнейший отечественный производитель проката из легких сплавов Самарский металлургический завод [343]. Вместе с заводами корпорация из США получила доступ ко всем уникальным советским и российским технологиям проката, прессования,

ковки и штамповки из практически всех алюминиевых и других легких сплавов.

Очень странными были эти контракты купли-продажи с одной из крупнейших американских промышленных корпораций. Исторически представители англо-германо-романской цивилизации всегда были традиционными и последовательными врагами русских княжеств, Московского царства, Российской империи, Советского Союза, Российской Федерации.

В 20-м веке в англо-германо-романском консорциуме грабителей, колони-

заторов и убийц сменился лидер [344-346]. Главным стратегическим врагом СССР, а затем Российской Федерации после Второй мировой войны стали Соединенные Штаты Америки, отодвинувшие на второе место крупно задолжавших им островных англичан [347]. Организовав НАТО, успешно добившись развала Советского Союза, Российскую Федерацию не оставили в покое [348, 349]. Через агентов влияния на самом высоком государственном уровне успешно довели Россию до дефолта в 1998, разрушив промышленность, доведя страну и ее граждан до бедственного положения [350, 351].



Митинги разоренных граждан России после дефолта, объявленного государством 17 августа 1998 года [352, 353].

Сегодня в 2025 году, против Российской Федерации действует более 30 тысяч санкций, и больше всего ограничений приходится на США - 24.5% от всех введенных остальными странами мер. Этократно больше, чем все ограничения против остального мира [354]. По содержанию эти санкции уступают только полной экономической блокаде, в которой жил и развивался СССР в 1920-1930-х годах [355-358]. И вроде бы они являются затруднениями

для развития страны. По крайней мере, так авторы санкций думают. А в действительности благодаря санкциям созданы условия, в которых руководству страны крепко пришлось задуматься о возрождении отечественной гражданской авиации, электронной, приборостроительной автомобильной промышленности, развитии транспортной системы и многом, многом другом. И движение вперед уже заметно! Так что нет худа без добра, как говорится в старой поговорке.

Детища Георгия Григорьевича Музалевского, пережив все испытания, успешно работают в 2025 году. Не сомневаюсь, что будут дальше работать и выпускать нужную авиации, космонавтике и другим отраслям промышленности продукцию.

Наследник Ступинского металлургического завода №150 АО «Ступинская металлургическая компания» (СМК) успешно выпускает [359]:

- слитки и кованые прутки из деформируемых жаропрочных никелевых сплавов и сталей;
- шихтовые заготовки из литейных никелевых и кобальтовых сплавов;
- штампованные поковки из жаропрочных никелевых и титановых сплавов;
- гранулы и заготовки дисков, валов и других деталей из жаропрочных сплавов.



Одна из технологических операции с нагретым для деформации металлом (вверху слева), поковки из жаропрочных никелевых сплавов (вверху справа), гранулы жаропрочных сплавов (внизу в центре), диски и валы из никелевых гранул для реактивных двигателей (внизу справа и слева) [359].

ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (КУМЗ) сегодня - компания, обладающая широчайшим ассортиментом (более 70 тысяч позиций)

продукции глубокой переработки из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов, удовлетворяет специфические запросы таких требовательных отраслей, как аэрокосмическая, нефтегазовая, атомная энергетика, судостроение и транспортное машиностроение, а также других жизненно важных секторов экономики [360]:

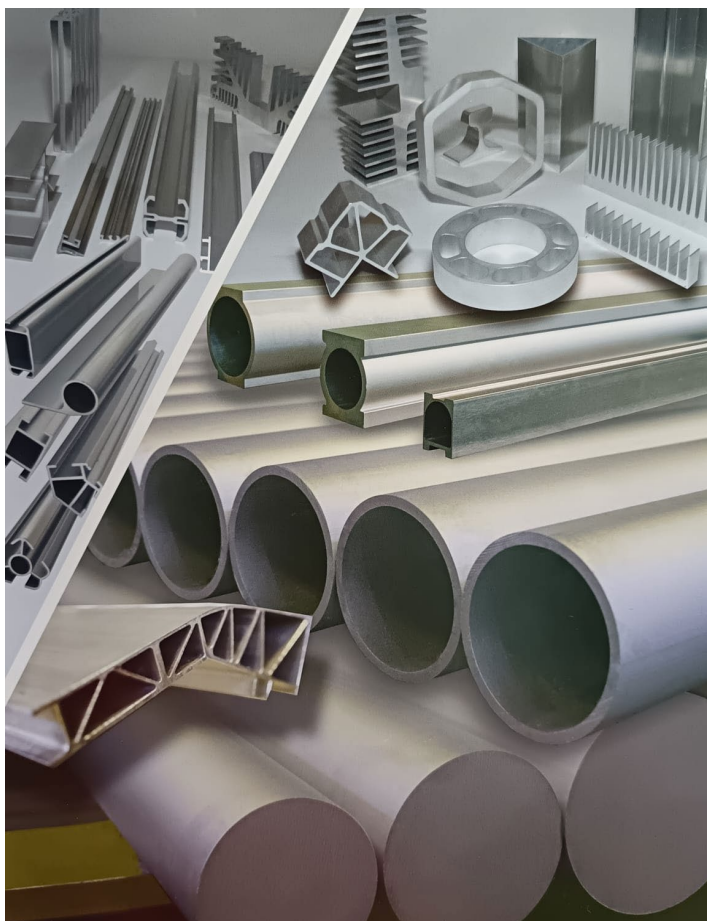
- листы, ленты с весом рулонов до 25000 кг, плиты из алюминиевых, алюминиево-литиевых и магниевых сплавов;
- профили, в том числе сложного поперечного сечения, более 20000 типоразмеров, прутки, более 500 типоразмеров, включая шестигранные и квадратные, полосы;
- брикеты (цилиндрические заготовки) из порошковых алюминиевых сплавов;
- штампованные заготовки из алюминиевых сплавов.



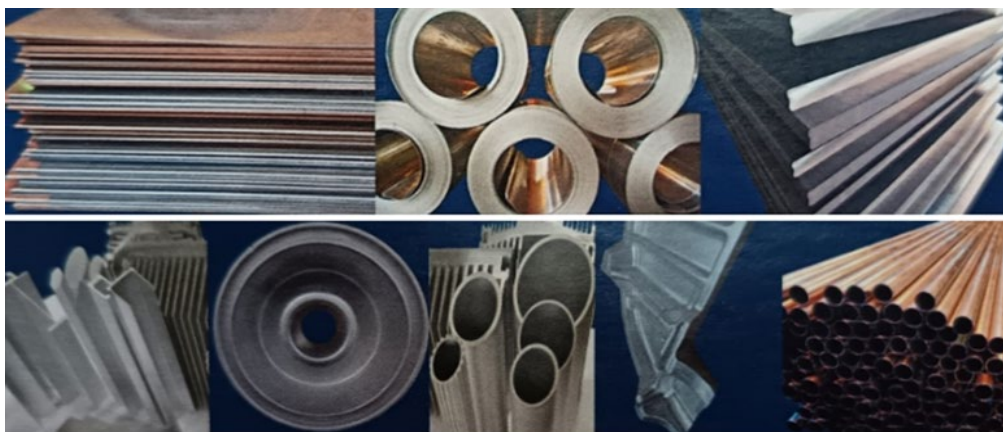
На фото представлены катанная продукция ОАО «КУМЗ»: плиты, листы, рулон, - из алюминиевых сплавов и работающий стан рулонной прокатки лент из алюминиевых сплавов [360].

Белокалитвинский металлургический завод - ныне АО «Алюминий металлург Рус» - одно из ведущих предприятий Юга Российской Федерации по производству алюминиевых полуфабрикатов. Здесь производится широкий ассортимент листопрокатной, прессовой продукции, включая крупногабаритную и длинномерную, а также поковки и штамповки из всех видов алюминиевых сплавов в соответствии с требованиями международных и российских стандартов.

Потребителями продукции завода являются предприятия авиационной, космической, автомобильной, электронной, строительной промышленности и других отраслей.



Прессованная продукция из алюминиевых сплавов: профили сложного поперечного сечения, трубы, прутки [360].



Вверху на фото представлены образцы катанной продукции из алюминиевых сплавов, выпускаемой АО «Алюминий металлург Рус», на нижнем фото - прессованная продукция: профили сложного сечения и трубы, - и образцы поковки и штамповки [361].

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Г.Г. МУЗАЛЕВСКОГО

Педагогическую деятельность Г.Г. Музалевский начал в 1929 году, когда он был приглашен на должность доцента в Московскую Горную академию, а затем с 1930 года - в Московском институте цветных металлов и золота им. М.И. Калинина. Преподавание он успешно сочетал с основной производственной работой на заводе им. Авиахима. В институте Георгий Григорьевич руководил дипломным проектированием и консультировал студентов старших курсов.

На правах рукописи тиражом 100 экземпляров в 1931 году он издал курс лекций «Прокатываемые легкие металлы и сплавы». Это было первое в стране учебное пособие по технологии обработки легких алюминиевых сплавов.

В 1942 году Г.Г. Музалевский организовал в Московском авиационном институте им. Г.К. Орджоникидзе кафедру обработки металлов давлением, став ее первым заведующим. В следующем году кафедра была переведена в Московский авиационный технологический институт им. К.Э. Циолковского.

Московский авиационный технологический институт (МАТИ) был создан согласно Постановлению ЦК ВКП(б) и Совета Народных Комиссаров СССР от 17 апреля 1940 года на базе Московского института инженеров гражданского флота имени К.Э. Циолковского [363].

Его основной задачей определялась подготовка высококвалифицированных инженеров-технологов и металлургов для



Москва, ул. Циолковского, 15, центральный вход в здание, где Г.Г. Музалевский проработал более 10 лет, руководя кафедрой обработки металлов давлением [362].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

предприятий авиационной промышленности. Необходимость этого шага диктовалась растущими требованиями к качеству современных самолетов в условиях их массового производства, необходимостью применения новейших металлических и неметаллических материалов, непрерывного совершенствования технологических процессов обработки и внедрения поточно-конвейерных методов организации производства.



Здание МАТИ на Петровке - сюда в 1949 году переехала кафедра «Технология обработки металлов давлением», основанная Г.Г. Музалевским. Фото 1956 года [364].

Своевременное и огромное значение принятого решения о создании нового института с особенной силой подтвердилось всем ходом развития авиационной промышленности в условиях Великой Отечественной войны, когда невиданными темпами развивалось конструирование боевых машин и технология их изготовления. Неразрывность и органическая связь конструирования и технологии производства стали законом производства.

Сотрудники кафедры технологии обработки металлов давлением, руководимой профессором, доктором технических наук Г.Г. Музалевским, особенно результативно взаимодействовали с коллективами Ступинского металлургического завода и Сетуньского завода по обработке легких сплавов. В совместных научно-исследовательских работах кафедры обработки металлов давлением и отделов главного металлурга этих заводов систематически решались проблемы по совершенствованию отливки слитков из высокопрочных сплавов,

технологии рулонной прокатки крупных дюралюминиевых слитков, а также вопросы термической обработки листов, профилей и прутков.

В 1944 году Г.Г. Музалевский руководил научно-технической конференцией заводов авиационной промышленности «Пути экономии алюминия в производстве обрабатываемых давлением сплавов».

Полезной научно-исследовательской работой, проведенной на кафедре «Технология обработки металлов давлением» под руководством профессора Г.Г. Музалевского в последние годы войны и в первые месяцы после ее окончания, стала выработка рекомендаций о путях экономии дефицитного алюминия при производстве слитков и проката из алюминиевых сплавов и повышении качества проката.

Проанализировав огромное количество плавок, проведенных в условиях повышенного применения отходов и вторичных металлов, Г.Г. Музалевский установил, что при существовавших в то время методах подготовки отходов и технологии плавки чрезмерно высоки потери металла. В связи с этим в своей итоговой статье в 1945 году он рекомендовал реальные пути по упорядочению методов сбора, хранения и отработки отходов и лома, а также по совершенствованию оборудования и технологических процессов плавки.

Основные положения его рекомендаций:

1. Принятие организационно-технических мер при плавке отходов и самолетного лома, исключающих насыщение переплава железом. Для этого необходимо расчлнить работу по подготовке металла в ряд самостоятельных операций: сортировку металла по видам отходов, очистку отходов алюминиевых сплавов от других металлов и приведения металла в компактный вид. Эти меры позволят внедрить скоростные методы плавки.

2. Для переплавки отходов и лома необходимо разработать новую конструкцию плавильных печей удлиненного вида с целью устройства камеры предварительного нагрева и форкамеры.

Г.Г. Музалевский предъявил ряд технических требований к конструкции плавильных печей:

а) Производительность печи должна быть не меньше 20 тонн в сутки.

б) Самолетный лом должен подогреваться в камере подогрева до 400°С. Во время подогрева удаляется влага, выгорают масла и значительная часть красок, что служит хорошей подготовкой для последующей плавки металлов, для повышения чистоты металла и производительности печи, а также уменьшения

шлака и топлива.

3. Нагретый до 400°С самолетный лом должен поступать в камеру плавения, где он доводится до расплавления частично отработанным мягким пламенем и затем стекает по наклонному с трех сторон поду в общую рабочую ванну. Оставшиеся после расплавления алюминия железные и другие металлические части должны удаляться через боковую дверцу, не попадая в ванну с расплавленным металлом.

4. В рабочей камере должны производиться плавки пакетированных отходов образцов, лома и стружки под покровным флюсом.

5. Разработка мероприятий по улучшению качества слитков и прокатки дуралюмина. В этом разделе рекомендаций Г.Г. Музалевский особенно подчеркнул необходимость применения новейших методов отливки слитков, а именно методом непрерывного литья с интенсивным охлаждением металла. В конце раздела Георгий Григорьевич привел несколько рекомендаций по более экономичным способам прокатки рулонов.

В заключение он отметил сильнейшую зависимость конечного результата - выхода годной продукции - от химического состава сплава, подчеркивая, что повышение содержания того или иного компонента всегда отражается в первую очередь на пластических свойствах сплава и на механических свойствах готовой продукции.

Статья Г.Г. Музалевского стала хорошим пособием для инженеров и рабочих металлургических заводов отрасли [365].

В второй половине 1940-х годов Г.Г. Музалевский продолжал научно-исследовательскую работу по совершенствованию композиции сплава М95 (Д6) в новых условиях современной техники литья слитков и их обработки.

Комплексные исследования в промышленных условиях включали: изучение влияния основных легирующих компонентов в сплавах типа дуралюмин (меди, марганца, магния) на прочностные и пластические свойства; влияния содержания примесей железа и кремния; литейные свойства; технологические свойства при производстве листов и обрабатываемость листов в процессе изготовления из них самолетных деталей. В результате исследований Г.Г. Музалевский предложил новую композицию сплава М95 (химический состав: 4,5-5,0% меди; 0,8-1,15% магния; 0,8-1,1% марганца; примеси железа и кремния до 0,8% каждого, остальное алюминий). Этот сплав имел ряд важных технологических преимуществ по сравнению со сплавом Д16 при литье слитков,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

производстве полуфабрикатов и высокие прочностные и пластические свойства.

В 1947 году сотрудники и студенты Московского авиационного технологического института совместно с научно-инженерной общественностью г. Москвы и авиационной промышленности поздравили Г.Г. Музалевского с 60-летием. За выдающиеся заслуги в области создания производства проката из легких сплавов и подготовки молодых специалистов для авиационной промышленности правительство наградило юбиляра орденом Трудового Красного Знамени. Среди множества поздравительных писем и телеграмм Г.Г. Музалевскому было особо приятно получить письма от коллективов металлургических заводов, в создание которых он внес свой колоссальный творческий труд.

Орден Трудового Красного Знамени - общегосударственная награда СССР, вручавшаяся за трудовые заслуги. Учрежден Постановлением ЦИК и СНК СССР от 7 сентября 1928 года для награждения за большие трудовые заслуги перед Советским государством и обществом в области производства, науки, культуры, литературы, искусства, народного образования, здравоохранения, в государственной, общественной и других сферах трудовой деятельности [366]. По престижности наград за трудовые заслуги эта награда находилась на третьем месте в СССР. Главной наградой считалось присвоение звания Герой социалистического труда (золотая медаль + орден Ленина), на втором - орден Ленина.



Его старые друзья-производственники завода №34, первого в нашей стране организованного им предприятия по серийному производству проката и литья из алюминиевых и магниевых сплавов, восторженно выразили юбиляру свою радость по случаю награждения его орденом Трудового Красного Знамени.

В письме за подписью руководителей Ступинского металлургического завода А.Ф. Белова и В.А. Ливанова было сказано: «Вы, Георгий Григорьевич, открыли новую страницу в нашей промышленности, с Вашим именем связана вся история металлургии легких сплавов. С Вашим личным участием наша отечественная металлургия легких сплавов зародилась, развивалась и заняла одно из первых мест в мире» [17].

Поздравляя юбиляра с высокой наградой присутствовавшие обратили внимание на то, что Г.Г. Музалевский, вложивший колоссальный творческий труд в создание трех металлургических заводов, разработавший множество легких сплавов и технологий до этого дня не имел никаких государственных наград. Это было неприятным откровением для тех, кто знал, что многие ученики, воспитанные им и работавшие под его руководством на металлургических заводах в Москве, Сетуни, Ступино, Верхней Салде, а еще ранее слушавшие его лекции в Московской Горной академии и Московском институте цветных металлов и золота, к этому времени были отмечены многими орденами и удостоены Сталинских (Государственных премий СССР).

В 1949 году Г.Г. Музалевский руководил проведением научно-исследовательской работы «Разработка технологии горячей прокатки алюминиевых сплавов без раскрытия» [17].

В основных выводах по данной работе им было дано заключение об особенностях кинетики течения металла при входе слитка в зону деформации и рекомендации, как наиболее эффективно избежать явления раскрытия слитка в процессе прокатки.

Для осуществления предварительного обжатия им рекомендовалось два способа: обжатие концов слитков с помощью пресса, установленного между вертикальными валками эджера (прокатного стана с вертикальным расположением валков), обжатие с помощью клиновой накладкой, установленной на толкателе.

Одновременно Г.Г. Музалевский начал работать над докторской диссертацией «Исследование прочностных, пластических и технологических свойств алюминиевых сплавов повышенной прочности и разработка новой технологии их прокатки». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук была им подготовлена в условиях напряженной преподавательской деятельности, когда руководство Министерства высшего образования СССР не нашло возможности предоставить диссертанту полагающийся в данных случаях трехмесячный отпуск.

Несмотря на это Г.Г. Музалевский в 1951 году успешно защитил диссертацию, и ему была присвоена ученая степень доктора технических наук.

В этой содержательной работе Г.Г. Музалевский задался целью изучить многие свойства труднообрабатываемых алюминиевых сплавов, наиболее распространенных в Советском Союзе и за рубежом, а также исследовать

технологии их горячей прокатки. В работе было уделено большое внимание применению оригинального метода исследования, разработанного кафедрой обработки металлов давлением под руководством диссертанта, а именно - скоростной киносъемки, оказавшего весьма существенную помощь при разрешении сложных вопросов прокатки труднодеформируемых сплавов.

Исследования проводились на металлургических заводах отрасли, а также в лабораторных условиях научно-исследовательского института ЦНИИТМАШ и Московского института цветных металлов и золота им. М.И. Калинина.

Основные выводы по диссертационной работе представляли собой комплекс практических предложений по совершенствованию методов отливки плоских слитков, по оптимизации их формы и по обязательному введению процесса гомогенизации слитков перед горячей прокаткой.

Как показала дальнейшая практика, этот комплекс предложений диссертанта был сперва эффективно внедрен на Ступинском металлургическом заводе, в первую очередь на сплаве Д16, а в дальнейшем был перенесен на все металлургические заводы.

Применение метода скоростной киносъемки дало возможность объяснить причины раскрытия передней грани прокатываемого слитка. Анализ материалов киносъемки раскрытия показал, что причина раскрытия слитков кроются не в большей пластичности середины слитка, как это утверждал И.М. Павлов, и не в неудовлетворительном качестве, хрупкости сердцевины, как это утверждал Д.А. Петров, а в характере течения металла из валков.

В момент прохождения передней грани слитка через плоскость осей валков, слои металла в сердцевине слитка движутся быстрее слоев, прилегающих к поверхности, движению которых оказывает сопротивление более медленно движущаяся поверхность валков. Движущаяся с большей скоростью сердцевина слитка создает внутреннее давление в переднем конце в момент выхода передней грани из валков, которая и является причиной растягивающих напряжений, действующих на поверхности выходящего переднего конца. При этом слегка выпуклая форма передней грани, в виде небольшого зева, а также переменный изгиб передней грани, в процессе прохождения через зону деформации, является причиной концентрации напряжений в середине грани.

Проведенные работы оказали важное положительное влияние на увеличение выпуска поршневого дальнего бомбардировщика Ту-4, серийное

производство которого было развернуто в конце 1940-х годов.



Дальний бомбардировщик Ту-4, все конструктивные элементы которого изготовлены из сплава Д16 [367].

Напряженные работы на кафедре и особенно при подготовке докторской диссертации без отрыва от преподавательской деятельности значительно подорвали здоровье ученого. Но ни участившиеся болезни, ни солидный возраст не могли остановить творческих поисков неутомимого энтузиаста. Он продолжал находить время для оказания технической помощи металлургическим заводам отрасли и лично участвовать в ряде крупных исследовательских работ.

Последние три года своей жизни Г.Г. Музалевский посвятил принципиальному усовершенствованию технологии отливки крупногабаритных слитков из высокопрочных алюминиевых сплавов и прокатки из них широких конструкционных листов.

Совместно со специалистами литейного и прокатного цехов Ступинского металлургического завода была разработана комплексная технологическая методика-инструкция, охватывающая весь цикл производства листов начиная с уточнения конфигурации отливаемых слитков и заканчивая финишными операциями по отделке листов.

В этой важнейшей работе особый вклад Г.Г. Музалевского состоит в том, что он оптимизировал два решающих фактора в совершенствовании технологии прокатки крупных слитков: параметры гомогенизации слитков и прокатку их в поперечном направлении.

Гомогенизация - термическая обработка слитков из многокомпонентных сплавов для выравнивания их химического состава.

При кристаллизации крупного слитка затвердевание жидкого металла про-

исходит неравномерно. Чем он ближе находится к охлаждающей среде, формирующей слиток, тем быстрее происходит его затвердевание. И наоборот. Поэтому полученный слиток всегда имеет неравномерную зеренную структуру. В случае малолегированных сплавов для последующей прокатки так называемая разнородность не имеет принципиального значения.

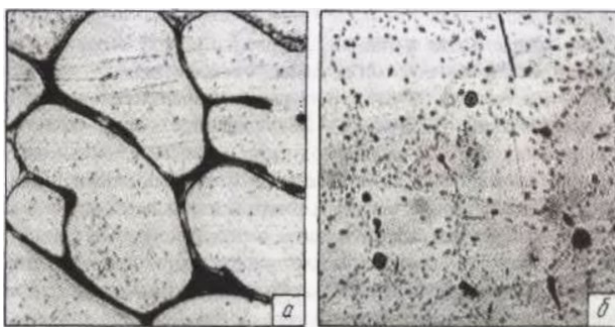
Для сплава Д16 характерна разнородность слитка с выделившимися по границам зерен упрочняющими фазами S (Al_2CuMg) и θ ($CuAl_2$). В этом случае неоднородность слитка по структуре, свойствам и химическому составу приводит к возникновению значительных внутренних напряжений в прокатываемом металле и невозможности прокатки слитков без растрескивания и образования различных дефектов.

Выше уже было отмечено, что освоение производства полуфабрикатов из этого дюралюмина перед Великой Отечественной войной и во время нее сдерживалось отсутствием печей для гомогенизации слитков. Строительство печей для гомогенизации началось в 1947 году. Это привело к освоению промышленного производства полуфабрикатов из сплава Д16.

Увеличение объемов производства, расширение номенклатуры и геометрических размеров производимых полуфабрикатов требовало отливки все более крупных слитков. Это обстоятельство привело к необходимости разработки научного подхода для определения режимов гомогенизации крупных слитков различных геометрических размеров. Что и было успешно сделано Г.Г. Музалевским.



Разнородная структура алюминиевого слитка [368].

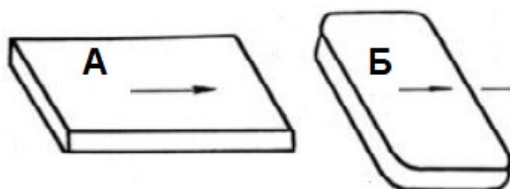


Микроструктура слитка из сплава Д16 до (а) и после (б) гомогенизации [369].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

Вторым крупным результатом Георгия Григорьевича в данной работе является введение оптимальной технологии горячей прокатки слитков в поперечном направлении относительно литейной оси слитка.

Г.Г. Музалевский отмечал, что неоднородность структуры по сечению слитка, неравномерность прочностных и пластических свойств в поверхностных и срединных его слоях и неравномерность напряженного состояния при прокатке неблагоприятно сказываются на распределении деформаций при прокатке в поперечно-продольном и продольном направлениях по сравнению с прокаткой только в одном поперечном направлении. При прокатке слитков только в одном поперечном направлении относительно литейной оси боковые кромки имеют такие же свойства, как и их центральные слои. Это уменьшает неравномерность напряженного состояния как в продольном, так и в поперечном направлении при горячей деформации слитка. При поперечной прокатке ровные, точно обрезанные пилой грани слитка более равномерно деформируются как горизонтальными, так и вертикальными валками, что обеспечивает лучшее качество кромки по сравнению с прокаткой в поперечно-продольном направлении.



А - прокатка слитка по продольной оси, Б - продолжение прокатки слитка поперек продольной оси

Кроме того, чистая боковая грань позволила внедрить плакирование боковых граней чистым алюминием. В этом случае планшеты алюминия, свисая над боковыми гранями, в клетях прокатных станков с вертикальным расположением валков - эджерах подгибаются и привариваются. Благодаря этому стало возможным получать на высокопрочных сплавах кромку листов без рванин, трещин и отказаться от ее обрезки. Этот метод позволил значительно повысить производительность как стана горячей прокатки, так и станков холодной прокатки, обеспечив равную длину раската независимо от ширины полосы.

Метод прокатки слитков в поперечном направлении, предложенный Г.Г. Музалевским, стал применяться на всех металлургических заводах, производящих листы из алюминиевых сплавов.

Внедрение в производство усовершенствованного процесса гомогенизации

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

слитков и прокатки листов из высокопрочных алюминиевых сплавов обеспечило большой технико-экономический эффект за счет повышения производительности литейных агрегатов и станов горячей прокатки, ликвидации раскрытия слитков, повышения выходов годного качества листов при значительном снижении их себестоимости.

Данная работа была проведена на Ступинском металлургическом комбинате и представлена на соискание Сталинской премии за 1953 году. Первым в списке представленных соискателей был назван Г.Г. Музалевский.



Сталинская премия (Премия имени Сталина) - одна из высших форм поощрения граждан СССР за выдающиеся достижения в области науки и техники, военных знаний, литературы и искусства, коренные усовершенствования методов производства в 1939 - 1955 годах. В 1966 году приравнена к созданной Государственной премии СССР. На фото представлены медали, вручавшиеся лауреатам Сталинской премии первой, второй и третьей степени [370, 371].

Представляет интерес справка директора Ступинского металлургического завода А.И. Назарова, характеризующая огромную экономическую эффективность внедрения на заводе новой технологии.

«Новая технология обработки алюминиевых сплавов в процессе производства листов внедрена в производство для всей выпускаемой продукции из сплавов Д1 и Д16 с марта месяца 1951 года.

В результате внедрения и дальнейшего совершенствования новой технологии литья и прокатки листов из алюминиевых сплавов в течение 3-х лет,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

были получены следующие показатели:

1. Выход годного по сплаву Д16 (в процентах)

Технология	Период работы	Узкие листы	Широкие листы
Старая	1950 г.	46,7	25,6
Новая	1953 г.	55,6	49,3

2. Фактическая себестоимость листов сплава Д16 (тыс. руб.)

Технология	Период работы	Узкий лист	Широкий лист
Старая	1950 г.	9.911	17.101
Новая	1953 г.	8.762	10.384

Директор завода - Назаров А.И.

10 февраля 1954 г.» (Архив Ф.И. Квасова)



Директор Ступинского металлургического завода А.И. Назаров ведет заседание центральной заводской комиссии по подведению итогов соревнований между коллективами подразделений завода. Слева в белой рубашке: главный инженер завода В.А. Ливанов. Октябрь 1964 года [321].

Г.Г. Музалевский приложил много усилий в усовершенствовании учебного процесса на кафедре обработки металлов давлением, добиваясь повышения качества подготовки инженерных кадров. Он особо обращал внимание на необходимость тесной увязки теоретического курса с производственными процессами на металлургических заводах авиационной промышленности.

С этой целью под руководством и при прямом участии Г.Г. Музалевского были разработаны методические пособия по проведению лабораторных работ,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

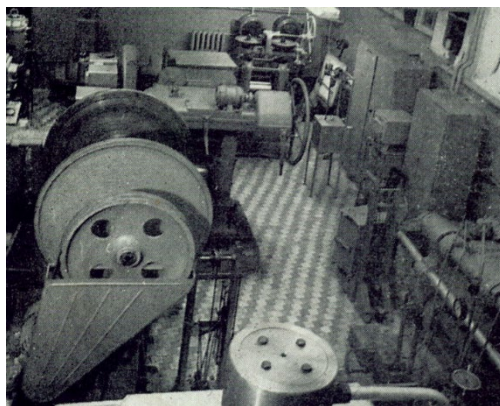
курсовому и дипломному проектированию различных разделов обработки металлов давлением: прокатки, прессования,ковки и штамповки легких металлов и сплавов, теории обработки давлением.

Широкая известность и научное признание заслуг Г.Г. Музалевского среди ученых и инженерных работников страны способствовали тому, что студенты МАТИ охотно принимались на технологическую и преддипломную практику ведущими заводами и научными организациями авиационной промышленности. Здесь студенты основательно изучали передовые технологические процессы, оборудование, организацию и экономику производства, выполняя в дальнейшем на высоком уровне курсовые и дипломные проекты.

Заведующий кафедрой, разрабатывая задания на курсовое, в особенности дипломное проектирование, выбирал темы в соответствии с практическим состоянием производства обработки давлением легких металлов и сплавов и с прогнозированием развития этой отрасли в будущем.

В дипломных проектах студентов, которыми лично руководил профессор Г.Г. Музалевский, разрабатывались технологические процессы производства тонких и толстых листов, прутков и профилей из различных алюминиевых сплавов, производилось проектирование цехов с непрерывным методом прокатки, автоматизацией прокатных станов и гидравлических прессов.

Как ученый-исследователь Г.Г. Музалевский давал студентам задания исследовательского характера, ставящие целью улучшение качества наиболее важных авиационных сплавов, повышение механических характеристик изделий и полуфабрикатов, изготавливаемых из них. Эти разработки позволяли в дальнейшем в ряде случаев улучшить технологический процесс производства



Оборудование кафедры «Технология обработки металлов давлением» в одном из помещений кафедральной лаборатории. Здесь и в соседних помещениях Георгий Григорьевич Музалевский передавал студентам практические знания о деформации металлов и сплавов (фото из архива Б.И. Бобрышева).

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

многих полуфабрикатов из алюминиевых сплавов, а также повысить их качество.

Научный талант, высокая квалификация Г.Г. Музалевского способствовали тому, что многие его воспитанники и выпускники кафедры заняли ведущие должности в промышленности и науке, внесли значительный вклад в развитие теории и технологии производства изделий и полуфабрикатов из металлов и сплавов методами обработки давлением, в создание летательных аппаратов и космической техники.



Николай Федорович Аношкин, Валентин Константинович Александров, Лев Николаевич Константинов, Петр Емельянович Попов (слева направо, фото из архивов А.В. Александрова, А.Б. Бондарева, [319, 332]).

В практической деятельности особо проявили себя ученики Г.Г. Музалевского - выпускники МАТИ имени К.Э. Циолковского. Н.Ф. Аношкин - участник первой плавки титанового слитка на заводе №95 (в 2025 году - ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»), доктор технических наук, лауреат Ленинской премии, многие годы - заместитель начальника ВИЛСа, руководитель направления порошковых быстрозакристаллизованных никелевых и титановых сплавов. В.К. Александров - участник первой плавки титанового слитка на заводе №95 (в 2025 году - ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»), директор Верхнесалдинского объединения (1981-1991), лауреат Государственной премии СССР, награжден орденами и медалями. Л.Н. Константинов - директор Ступинского металлургического комбината (1964-1983), награжден орденами и медалями. П.Е. Попов - директор Белокалитвинского металлургического завода (1967-1974), награжден орденами и медалями. И приведенный список далеко и далеко не полный!

11 августа 1953 года после продолжительной тяжелой болезни Георгий Григорьевич Музалевский ушел из жизни.

СОРАТНИКИ, СОВРЕМЕННОКИ И УЧЕНИКИ О Г.Г. МУЗАЛЕВСКОМ

Савватий Михайлович Воронов

Способность к научному обобщению, глубокое осмысление наблюдаемых явлений и фактов были свойственны инженеру-ученому Г.Г. Музалевскому. Вот почему талантливый инженер Музалевский заслужено стал профессором и доктором технических наук.

Г.Г. Музалевский заложил основы новой науки и производства технологии легких сплавов и неустанно работал до последних дней своей жизни над ее развитием и совершенствованием.

В 1930 году Г.Г. Музалевский, не колеблясь, вступил в ряды коммунистической партии, подавая пример более молодым и всем колеблющимся, что было свойственно тому времени. С этого года он прочно стоит на позициях партии и неуклонно в своей деятельности проводит ее генеральную линию.

Г.Г. Музалевский - один из крупнейших специалистов и научных деятелей авиационной промышленности. Он был еще полон замыслов и такого неистощимого желания работать, какие так глубоко свойственны передовым творцам советской науки и техники.

Одного из славных представителей этой инженерной науки, заложившего основы новой науки и производства - технологии легких сплавов и неустанно работавшего до последних дней своей жизни над ее развитием и совершенствованием - Георгия Григорьевича Музалевского мы провожаем сегодня в последний путь.

Дорогой учитель и друг, Георгий Григорьевич! Прими наш земной поклон за всю огромную работу, которую ты сделал по созданию и развитию нашей прекрасной советской технологии легких сплавов, по воспитанию и росту



Савватий Михайлович Воронов (1899-1953) (фото из архива А.Б. Бондарева). **Выдающийся советский металлург и ученый, главный создатель технологии литья слитков в короткий кристаллизатор, которая используется и в настоящее время, автор-изобретатель ряда промышленных алюминиевых сплавов и других достижений в области металловедения и разработке технологий производства алюминиевых и магниевых сплавов [134].**

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗААЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

инженерно-технических и научных кадров.

Имя твое прочно и навсегда сохранится в истории развития нашей советской металлообрабатывающей промышленности (выступление на гражданской панихиде 13 августа 1953 года, архив Ф.И. Квасова).

Олег Георгиевич Музалевский, сын Георгия Григорьевича

С малых лет отец приучал меня к физическому труду: чертить, столярничать, выполнять слесарные работы по дому. Игрушек никогда мне не покупал. Я обходился тем, что мог сделать сам.

Отец постоянно находился в творческом поиске! Как только болезнь его отпускала - он начинал что-то писать, чертить, мастерить. Он считал, что в науку надо подбирать самоотверженных людей.



Александр Иванович Колпашников - ученик Г.Г. Музалевского, в последующем профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Технология обработки металлов давлением» (1964-1990), основанной Г.Г. Музалевским (фото из архива В.И. Галкина).

Отец обладал удивительной принципиальностью, смелостью и ответственностью. В предвоенные годы, а это, как известно, были 1935-1938 годы, он настойчиво предлагал строить новые металлургические заводы. Но далеко не все понимали принципиальность и настойчивость отца в постановке этих вопросов. Некоторые стали обвинять его во вредительстве.

Тогда он поехал к заместителю Наркома тяжелой промышленности М.М. Кагановичу (будущему первому Наркому авиационной промышленности) и заявил ему, что готов сейчас же ехать на Лубянку и там отстаивать свою позицию в части предложений о строительстве новых металлургических заводов на Урале и в Сибири (архив Ф.И. Квасова).

Александр Иванович Колпашников

Мне выпало счастье еще будучи студентом 4-ого курса Московского авиационного института учиться у Г.Г. Музалевского и до последних дней его жизни работать под руководством.

В Георгии Григорьевиче не было ни доли профессорского высокомерия; кроме всего прочего он был интересным собеседником, а своей увлеченностью и редкой работоспособностью увлекал студентов

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

и сотрудников, направляя их на решение проблем, имеющих важное народнохозяйственное значение. Ему всегда был присущ оптимизм, вера в будущее, в успех...

И сколько же он имел такта, терпения и, конечно же, огромной научной, практической и человеческой эрудиции, чтобы обоснованно отстаивать правоту своих перспективных задач, прогнозов совершенствования технологии производства легких сплавов. Его доброжелательность сочеталась с твердостью, умением слушать и умением аргументировано убеждать. Удивительная популярность Георгия Григорьевича, интерес к нему составляют, если можно выразиться «феномен Г.Г. Музалевского».

Г.Г. Музалевский умел видеть в каждом техническом вопросе существо дела, теоретически обосновать каждое рассмотренное им явление, всегда предвидел возможности усовершенствования, вытекающие из предполагаемых им изменений технологии. Простота предлагаемых решений всегда отличали Г.Г. Музалевского как ученого и инженера.

«Мы можем, мы должны, мы обязаны» — вот его главные принципы работы. У него не было и тени профессорского высокомерия; он был прост в обращении со служащими и студентами.

Георгий Григорьевич всегда подчеркивал необходимость строжайшей дисциплины при проведении технологических процессов, не допуская никаких отклонений от утвержденных инструкций. Особенно это требование относилось к технологии термической обработки, где даже малейшее отклонение ведет к непоправимому браку.

Под его несколько суровой внешностью билось горячее сердце пламенного патриота нашей великой Родины, скромного и отзывчивого человека, хорошего товарища, учителя и друга, всегда готового прийти на помощь (архив Ф.И. Квасова).

Соломон Миронович Сандлер

Считаю Георгия Григорьевича Музалевского основоположником серийного товарного выпуска проката из алюминиевых сплавов. В начале 1920-х годов он помог А.Н. Туполеву в изготовлении листов из первого отечественного сплава кольчугалюминий для строительства цельнометаллических самолетов.

На заводе им. Авиахима Г.Г. Музалевский из разрозненных горячих цехов создал единое металлургическое производство, впоследствии (в 1931 году) оформившееся в самостоятельный завод № 34. На этом заводе он был техническим

директором.



Соломон Миронович Сандлер (1903-2001) - советский военный и государственный деятель, инженер, организатор авиационной промышленности, генерал-майор. Образование: гимназия, коммунистический университет им. Я.М. Свердлова (1920-1921), Свердловский политехнический институт - Московский институт цветных металлов и золота (1928-1932). Основные места работы в промышленности: Сетуньский завод по обработке легких сплавов (инженерные должности), Наркомат оборонной промышленности СССР (начальник отдела кадров и техники особой секретности), Наркомат авиационной промышленности СССР (начальник Главснаба, заместитель наркома (министра) авиационной промышленности, начальник центральной базы Министерства авиационной промышленности) [372, 373].

Лично я, работая в прокатном цехе специализированного завода легких сплавов в Сетуни, ездил к Г.Г. Музалевскому за помощью по прокатке дуралюминиевых листов, проще говоря - учиться их катать.

Г.Г. Музалевский был очень культурным, образованным человеком, прекрасным учителем и воспитателем молодежи.

Он был знатоком металлургии легких сплавов; досконально знал природу сплавов и сам их создавал. К тому же он отлично знал методы деформации и написал много содержательных статей и брошюру.

По своей природе он был ученым-исследователем. Любил докопаться до всех тонкостей структурного строения металлов и сплавов. Постоянно искал пути их улучшения.

Будучи в декабре 1933 года назначен техническим директором специализированного завода легких сплавов в Сетуни он внес большой вклад в освоение всех видов новейшего оборудования и в усовершенствование технологических процессов.

Как и на заводе им. Авиахима Г.Г. Музалевский и в Сетуни постоянно занимался научно-исследовательской работой и особенно много совместно с главным металлургом завода С.М. Вороновым, который с 1926 года по 1930 год работал на заводе им. Авиахима под его руководством.



Середина 1930-х годов. Молодые специалисты-технологи специализированного завода по обработке легких сплавов в Сетуни. Слева направо: Соломон Миронович Сандлер, Иван Дмитриевич Домов (будущий начальник управления металлургии Наркома (Министерства) авиационной промышленности, участник покупки оборудования в США для Ступинского металлургического завода, один из главных инициаторов строительства Кузнецовского (Самарского) металлургического завода), П.С. Годоваликов, Борис Федорович Румянцев (технолог по ковке-штампов легких сплавов, директор Сетуньского завода в 1943 году, Исая Соломонович Вишгинецкий (начальник трубо-прессового цеха, директор завода в эвакуации в 1942-1943 годах и Сетуньского завода в 1946-1950 годах, Александр Федорович Белов - будущий начальник прокатного цеха Сетуньского и Ступинского заводов, директор Ступинского завода в 1942-1952 годах, основатель и организатор Всесоюзного института легких сплавов (ВИЛС), академик, доктор технических наук, профессор) (фото из архива А.Б. Бондарева).

В конце 1934 года Г.Г. Музалевский был назначен директором только что построенного завода легких сплавов в Сетуни. В 1937 году Г.Г. Музалевский был назначен заместителем начальника ВИАМ по научной части.

Но когда в Ступино началось строительство металлургического комбината и были закуплены в США крупные листопркатные станы фирмы Юнайтед,

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

обратились к замечательному специалисту-металлургу, равного которому в то время у нас не было.

В феврале 1938 года Наркомат оборонной промышленности назначил его главным инженером Ступинского металлургического завода. И он блестяще



Владимир Александрович Ливанов (1908-1991) - профессор, доктор технических наук, организатор лаборатории алюминиевых деформируемых легких сплавов в ВИАМе, с 1942 года - главный металлург, главный инженер Ступинского металлургического завода, выдающийся ученый в области металловедения и технологии производства легких сплавов, один из руководителей работ по первым в СССР плавкам титановых сплавов (фото из архива А.Б. Бондарева).

справился с монтажом уникального прокатного и листоотделочного оборудования, пуском всего комплекса листопркатного цеха и освоением рулонной прокатки листов из алюминия и его сплавов.

Правительственная комиссия в июне 1940 года оценила на «отлично» работу по созданию Ступинского металлургического завода. Всего за год до Великой Отечественной войны был пущен в эксплуатацию очень важный для обороны завод. Коллектив завода выполнил труднейшее задание правительства. В этой работе велико участие замечательного металлурга страны Г.Г. Музалевского.

Но так получилось, что как только он наладит дело, его освобождают и переводят на новые важные должности. Правительственные награды его обходили (архив Ф.И. Квасова).

Владимир Александрович Ливанов

В бытность мою студентом Горной академии, а затем Московского института цветных металлов и золота, который я окончил в 1932 году я слушал лекции Георгия Григорьевича Музалевского, сдавал ему экзамены. Он был очень интересный лектор, на экзаменах всегда доброжелательно относится к нам, студентам. Мы всегда чувствовали его поддержку, желание помочь, подсказать.

Георгий Григорьевич Музалевский в тридцатые годы был во главе нашей авиационной металлургии. Он построил Ступинский металлургический завод, равного которому

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

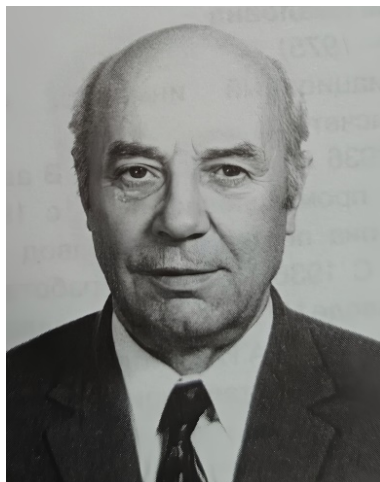
не было ни в Европе, ни США. В этом проявился большой вклад Георгия Григорьевича в оборону страны (архив Ф.И. Квасова).

Иван Леонтьевич Головин

Георгий Григорьевич Музалевский был человеком с высоким духовным потенциалом. Он постоянно трудился над самим собой, углублял и совершенствовал свои знания для совместного труда и общения с другими людьми. При этом он ценил такие качества в людях, как благородство, доброта, деликатность.

Г.Г. Музалевский получил очень хорошее образование в Петроградском Политехническом институте, в программе обучения которого была обязательная ежегодная практика на крупнейших металлургических заводах России. Этот эффективный метод обучения студентов он пропагандировал, будучи доцентом Московской Горной академии и Московского института цветных металлов и золота, а на заводе им. Авиахима с большой любовью сам руководил такой практикой.

Выдающиеся способности инженера-металлурга проявились у Г.Г. Музалевского уже в самом начале 1920-х годов, когда он на Кольчугинском медеобработывающем заводе сумел в короткие сроки освоить изготовление листов из первого отечественного алюминиевого сплава - кольчугалюминия. Из этих листов А.Н. Туполев начал строить аэросани, глиссера, а затем первые цельнометаллические самолеты. Начиная с этого времени у замечательного авиационного конструктора установились добрые отношения с талантливым металлургом. А.Н. Туполев неоднократно подчеркивал огромный вклад кольчугинских металлургов в создание самолетов АНТ-1 и АНТ-2 и неизменно называл имя Г.Г. Музалевского среди первопроходцев советского цельнометаллического самолетостроения.



Иван Леонтьевич Головин (1902-1995) - авиационный металлург, доктор технических наук, награжден орденами и медалями. С 1927 года работал в ЦАГИ с авиаконструктором А.Н. Туполевым, в 1939-1941 годах - главный металлург завода №39 [374], с 1941 года - главный металлург 10-го Главного управления (тяжелых самолетов) НКАП СССР и одновременно ОКБ А.Н. Туполева [375, 376].

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

В 1922 году Г.Г. Музалевский начал работать на Московском авиационном заводе им. Авиахима, на котором он, при поддержке руководителей завода, создал комплекс металлургических цехов по изготовлению листов, прутков, профилей, труб. Его работы стали основой не только для последующего создания завода №34, выделившегося из завода им. Авиахима и специализированного завода по обработке легких сплавов в Сетуни, но и подготовили базу для разработки технических требования для создания завода фасонного литья в Балашихе для применения в авиационных конструкциях.

Я всегда встречал у Георгия Григорьевича доброжелательное отношение к нашим требованиям по прочности и конфигурации полуфабрикатов из легких сплавов.

У меня сложилось впечатление, что Г.Г. Музалевский находился в постоянном поиске новых композиций алюминиевых и магниевых сплавов с особыми механическими и технологическими свойствами. Вызывало восхищение его постоянная забота о совершенствовании технологических процессов и личное его участие в модернизации прокатных станов, термических устройств и другого оборудования.

Велики заслуги Г.Г. Музалевского в подготовке научных и производственных кадров для авиационной промышленности в годы его преподавательской деятельности в Московском авиационном институте им. С. Орджоникидзе (МАИ) и в Московском авиационно-технологическом институте им. К.Э. Циолковского (МАТИ), в которых он организовал первую в Советском Союзе кафедру технологии обработки металлов давлением.

Преподавание в МАИ и МАТИ Г.Г. Музалевский успешно сочетал с активной научно-исследовательской работой на металлургических заводах отрасли.

Многие его ученики - выпускники указанных институтов, стали известными учеными и руководителями крупных металлургических заводов.

В заключение отмечу, что Г.Г. Музалевский прожил большую, очень активную и плодотворную жизнь. Он является пионером в организации металлургии легких сплавов. Вся его жизнь была отдана Родине, ее могуществу и славе (архив Ф.И. Квасова).

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕОРГИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА МУЗАЛЕВСКОГО

1887 год (8)25 января	В г. Темрюк Кубанской области родился Георгий Григорьевич Музалевский
1907 год	Окончил Александровское реальное училище в г. Орле
1908 год	Поступил учиться в Петроградский Политехнический институт
1914 год	Окончил Петроградский Политехнический институт со званием инженер-металлург
1914 год	Поступил работать на инженерную должность на Кольчугинский медеобработывающий завод
1914 год	Женитьба на Серебряковой С.Д.
1915 год	Назначен помощником заведующего латунно-прокатного цеха
1916 год	Назначен заведующим латунно-прокатного цеха
1918 год	Назначен заведующим литейным и прокатным цехами
1922 год	Руководит освоением технологии прокатки листов из кольчугалюминия
1922 год, июль	Приглашен работать на Московский авиационный завод №1 им. Авиахима в качестве начальника прокатного цеха
1923 год	Назначен главным металлургом завода им. Авиахима
1923 год	Принял участие во 2-й дискуссии по цельнометаллическому самолетостроению
1924 год	Командирован в Германию и Англию для изучения прокатного производства
1925 год	Организует производство листов из сплава кольчугалюминий и стальных лент-расчалок
1926 год	Организует производство проката во вновь построенных металлургических цехах завода им. Авиахима
1927 год	Выступает с докладом на Втором Всесоюзном совещании по цветным металлам в Ленинграде

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

1928 год	Возглавил работы по освоению изготовления литья и проката из магниевых сплавов
1929 год	Командирован в Германию, Францию и Англию в связи с предстоящим строительством специализированного завода по обработке легких сплавов
1929-1933 годы	Назначен доцентом Московской Горной академии, а затем Московского института цветных металлов и золота (по совместительству)
1929 год	Создает сплав авиаль (авиационный алюминий)
1930 год	Осваивает технологию плакированных листов из дюралюминия
1930 год	Выступил с докладом на конференции цветной и золото-платиновой промышленности
1931 год	Осваивает технологию литья и проката из силумина
1931 год	Активно участвует в организации самостоятельного металлургического завода. Заводу присваивается № 34. Назначается техническим директором этого завода
1932 год	Принят в члены ВКП (б)
1932 год	Приказом Наркома тяжелой промышленности Г.К. Орджоникидзе Г.Г. Музалевскому объявляется особая благодарность за разработку технологии плакирования дюралюминиевых листов
1933 год, январь	Награждается грамотой «За подлинно самоотверженное участие и проявленный энтузиазм в социалистическом соревновании»
1933 год, декабрь	Назначается техническим директором завода № 95
1934 год, сентябрь	Назначается директором завода № 95
1934 год	Разрабатывает высокопрочный сплав М95
1935 год	Знакомит Марселя Кашена с производством алюминиевого и магниевого проката на заводе № 95
1936 год	Наркомом тяжелой промышленности Г.К. Орджоникидзе Г.Г. Музалевский премируется легковым автомобилем

ГЕОРГИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МУЗАЛЕВСКИЙ. МЕТАЛЛУРГ И УЧЕНЫЙ

1936 год	Направляет в Наркомат тяжелой промышленности несколько предложений о строительстве новых металлургических заводов по производству проката и штамповок из легких сплавов
1936 год, август	Освобождается от должности директора завода № 95 и назначается главным инженером этого завода
1937 год, июнь	Назначается заместителем начальника ВИАМ по научной части (по совместительству)
1938 год, февраль	Назначается главным инженером Ступинского металлургического завода
1940 год, июнь	Сдает правительственной комиссии построенный Ступинский металлургический завод
1939-1941 годы	Участвует в проектировании технологических частей Каменск-Уральского металлургического завода и Белокалитвинского завода
1942 годы	Организует в Московском авиационном институте (МАИ) кафедру обработки металлов давлением
1943-1953 годы	Заведует кафедрой обработки металлов давлением, ведет преподавательскую деятельность в Московском авиационном технологическом институте (МАТИ)
1947 год	Награждается орденом Трудового Красного знамени
1951 год	Защищает диссертацию на ученую степень доктора технических наук
1952 год	Выдвигается на присуждение Государственной премии СССР за усовершенствование технологии отливки и прокатки дюралюминиевых слитков
1953 год, 11 августа	Г.Г. Музалевский скончался в г. Москве.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. ЦГИА СПб. Фонд 478. Опись 25. Дело 821
2. Александровское реальное училище (ныне - Дом творчества для детей и юношества Заводского района). BABYBLOG [Электронный ресурс]. URL: <https://www.babyblog.ru/theme/osvyascheny-ili-osvescheny> (Дата обращения 07.11.2024).
3. В Доме детского творчества № 3 Орла откроется студия мультипликации. NEWS [Электронный ресурс]. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/271111584> (Дата обращения 07.11.2024).
4. Мартеновская мастерская. 40-тонная печь и ковш с электрической передвижной тележкой. LIVEJOURNAL [Электронный ресурс]. URL: <https://humus.livejournal.com/7064957.html> (Дата обращения 07.11.2024).
5. Дом в Коноваловке. НАШ УРАЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://nashural.ru/article/istoriya-urala/dom-v-konovalovke/?amp#ftoc-heading-3> (Дата обращения 07.11.2024).
6. Грум-Гржимайло, Владимир Ефимович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Грум-Гржимайло,_Владимир_Ефимович (Дата обращения 07.11.2024).
7. Байков, Александр Александрович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Байков,_Александр_Александрович (Дата обращения 07.11.2024).
8. О героях и наследии. ВКОНТАКТЕ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-133958756_3127 (Дата обращения 07.11.2024).
9. Морачевский А.Г., Фирсова Е.Г. ПРОФЕССОР ПАВЕЛ ПАВЛОВИЧ ФЕДОТЬЕВ (к 150-летию со дня рождения) // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 2014, 2(195), с. 228-231.
10. Морачевский А.Г. Профессор Павел Павлович Федотьев и его научная школа / под ред. акад. Ю. С. Васильева. СПб.: Изд-во Политехнического Университета, 2011, 89 с.
11. Меншуткин Б.Н. Памяти Павла Павловича Федотьева // Природа, 1934, №5, с. 89-91.

12. Легенды отечественной науки: Михаил Александрович Павлов. ПОЛИТЕХ [Электронный ресурс]. URL: https://www.spbstu.ru/media/news/studencheskaya_zhizn/legendy-otechestvennoy-nauki-mikhail-aleksandrovich-pavlov/ (Дата обращения 07.11.2024).
13. Павлов, Михаил Александрович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Павлов,_Михаил_Александрович (Дата обращения 07.11.2024).
14. Vladimir Aleksandrovich Kistyakovsky. 1865-1952. ГБУ «МАЦ» [Электронный ресурс]. URL: <https://qrtest.gbumac.ru/en/qr-person-en/vladimir-aleksandrovich-kistyakovsky> (Дата обращения 07.11.2024).
15. Кистяковский, Владимир Александрович Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кистяковский,_Владимир_Александрович (Дата обращения 08.11.2024).
16. Кистяковский, Владимир Александрович. РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: https://ru-wiki.ru/wiki/Кистяковский,_Владимир_Александрович (Дата обращения 08.11.2024).
17. Квасов Ф.И. Георгий Григорьевич Музалевский (1887-1953). - В кн. Творцы металлургии легких сплавов России. Под редакцией Бондарева Б.И. - М.: Металлургия, 1994, с. 20-31.
18. Кольчугино. ВКОНТАКТЕ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-3617872_539944 (Дата обращения: 17.11.2024).
19. Левитский К.П. Делом движет дело. - В кн. А.К. Барсуковой ПЕРВОПРОХОДЦЫ. - Владимир: Издательско-коммерческое предприятие «Индекс», с. 185-214.
20. Юрий. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Юрий> (Дата обращения: 25.10.2024).
21. История металлургии легких сплавов в СССР. 1917-1945. - М.: Наука, 1983, 391 с.
22. Едем в город подстаканников. История для всех любителей пить чай в поезде. Дзен [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YS4Qu19GKjv92FWG> (Дата обращения 21.10.2024).
23. Ребров В.И. Наши корни. Очерки по истории Кольчугинского края. Книга

2-я. - Кольчугино: Издательство «Кольчугполиграфсервис», 1992, 282 с.

24. Вашков. Николай Николаевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вашков,_Николай_Николаевич (Дата обращения 17.11.2024).

25. ЦГИА СПб, ф. 1269, оп. 1, д.236, л. 33-35, 36 об., 37-39.

26. Красный выборжец. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://web.archive.org/web/20200209004407/https://ru.wikipedia.org/wiki/Красный_выборжец (Дата обращения 16.11.2024).

27. Дюралюминий. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дюралюминий> (Дата обращения 17.11.2025).

28. Как прошла первая воздухоплавательная выставка в Санкт-Петербурге. РОССИЙСКОЕ ИСТОРИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО [Электронный ресурс]. URL: <https://historyrussia.org/sobytiya/kak-proshla-pervaya-mezhdunarodnaya-vozdukhoplavitelnaya-vystavka-v-sankt-peterburge.html> (Дата обращения 16.11.2024).

29. 23 апреля 1911 открылась Первая Международная воздухоплавательная выставка. TELETYPE [Электронный ресурс]. URL: <https://teletype.in/@khronex2/Кb98uQxro?ysclid=mi30nw0n6c196995213> (Дата обращения 17.11.2025).

30. Ростовщиков Александр Владимирович. Офицеры РИА [Электронный ресурс]. URL: https://ria1914.info/index.php?title=Ростовщиков_Александр_Владимирович (Дата обращения 18.11.2025).

31. Деречей Е.Г. Вопросы технологии и изучение легких сплавов за последние годы // Техничко-экономический вестник, 1924, т. 4, №8/9, с. 622-627.

32. РГВИА, ф. 506, оп. 2, ед. хр. 320, л. 1, 1 об.

33. Как прошла первая международная воздухоплавательная выставка в Санкт-Петербурге. РОССИЙСКОЕ ИСТОРИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО [Электронный ресурс]. URL: <https://historyrussia.org/sobytiya/kak-proshla-pervaya-mezhdunarodnaya-vozdukhoplavitelnaya-vystavka-v-sankt-peterburge.html> (Дата обращения 17.11.2024).

34. Первая международная воздухоплавательная выставка в Михайловском манеже. Апрель 1911г. LIVEJOURNAL [Электронный ресурс]. URL: <https://humus.livejournal.com/3969655.html> (Дата обращения 17.11.2024).

35. Баймаков Ю.В. Советский алюминий. — В кн. Из истории отечественной техники. - Л.: Лениздат, 1950, с. 76-100.
36. Брусиллов А. Царская Россия в цифрах накануне первой мировой. Центральный Комитет Всесоюзной коммунистической партии большевиков [Электронный ресурс]. URL: <https://vkpb-skb.ru/index.php/informatsiya-2012-god/1357-2012-04-16-05-55-30> (Дата обращения 16.11.2024).
37. Последний аккорд - модификации Г-3, Д и Е[6]. «Илья Муромец». Гордость русской авиации. *Хайруллин Марат*. ВикиЧтение [Электронный ресурс]. URL: <https://military.wikireading.ru/21964> (Дата обращения 16.11.2024).
38. Энциклопедия «Авиация» (1998). Центральный аэрогидродинамический институт. Техника и технологии, промышленностью. FIND-INFO.RU [Электронный ресурс]. URL: <http://www.find-info.ru/doc/encyclopedia/avia/articles/32/centralnyj-aerogidrodinamicheskij-institut.htm> (Дата обращения 16.11.2024).
39. Соболев Д.А. Экспериментальные самолеты России. 1912-1941. — М.: Издательство «Русское авиационное общество», 2015, 296 с.
40. Андрей Николаевич Туполев. Персоны и даты. Ленинский райком КПРФ [Электронный ресурс]. URL: <https://lkprf.ru/persons/1094.html> (Дата обращения 16.11.2024).
41. Юнкерс. Хуго. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Юнкерс,_Хуго (Дата обращения 18.11.2024).
42. Junkers J 1. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Junkers_J_1 (Дата обращения 18.11.2024).
43. Junkers J7 первый в мире цельноалюминиевый самолет [Электронный ресурс]. URL: <https://aerospace.d3.ru/junkers-j7-pervyi-v-mire-tselnoaliuminievyi-samolet-1456086/?sorting=rating> (Дата обращения 18.11.2024).
44. РГАЭ, ф. 2097, оп. 6, ед. хр. 75, л. 9.
45. Сидорина Н.К. Крылатый металл. Русский прорыв. - М.: ВИАМ, 2017, 215 с.
46. История секретного сговора. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: https://dzen.ru/a/ZTI_CglmuSeqYNnL (Дата обращения 19.11.2024).
47. Как «Руссо-Балт» стал заводом им. М.В. Хруничева. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: https://dzen.ru/a/WmukJ_2WsRjVqoNQ (Дата обращения 19.11.2024).

48. Сучков Д.И. Этапы большого пути. - В кн. А.К. Барсуковой ПЕРВОПРОХОДЦЫ. - Владимир: Издательско-коммерческое предприятие «Индекс», с. 314-333.
49. Предприятия № 21-40. Оборонпром [Электронный ресурс]. URL: <https://oboron-prom.ru/page,5,predpriyatiya-21-40.html> (Дата обращения 19.11.2024).
50. Московская легенда: завод имени Хруничева. МОСКВИЧ [Электронный ресурс]. URL: <https://moskvichmag.ru/gorod/moskovskaya-legend-a-zavod-imeni-hrunicheva/> (Дата обращения 19.11.2024).
51. Из опыта перестройки военной промышленности в России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fondsk.ru/news/2022/10/04/iz-opyta-perestrojki-voennoj-promyshlennosti-v-rossii.html?print> (Дата обращения 19.11.2024).
52. Миронов С.С. Как это было. - В кн. А.К. Барсуковой ПЕРВОПРОХОДЦЫ. - Владимир: Издательско-коммерческое предприятие «Индекс», с. 314-333.
53. Квасов Ф.И. Владимир Александрович Буталов (1981-1966). - В кн. Творцы металлургии легких сплавов России. Под редакцией Бондарева Б.И. - М.: Металлургия, 1994, с. 12-31.
54. Снегоходы от авиаторов: наши сани едут сами. TechInsider [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/6229-snegokhody-ot-aviatorov-nashi-sani-edut-sami/> (Дата обращения 20.11.2024).
55. Московский завод «Дукс» - производитель автомобилей в царской России. ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА [Электронный ресурс]. URL: <https://state-history.ru/2015/Moskovskiy-zavod-Duks---proizvoditel-avtomobiley-v-tsarskoj-Rossii/?ysclid=m3ррухаqk3475511346> (Дата обращения 20.11.2024).
56. Завод «Дукс» Юрия Меллера: производство автомобилей, велосипедов и самолётов. КРАСНЫЕ СОКОЛЫ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.airaces.ru/stati/zavod-duks-yuriya-mellera-proizvodstvo-avtomobilejj-velosipedov-i-samoljotov.html?ysclid=m3ррzos46r121699072> (Дата обращения 20.11.2024).
57. Аэросани фирмы «ТУПОЛЕВ». INTERNET ARHIVE. WAYBACK MACHINE [Электронный ресурс]. URL: [http://russianengineering.ru/auto/a3.htm_\(Дата обращения 21.11.2024\).](http://russianengineering.ru/auto/a3.htm_(Дата обращения 21.11.2024))
58. Жуковский, Николай Егорович. Википедия. Свободная энциклопедия

- [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жуковский,_Николай_Егорович (Дата обращения 21.11.2024).
59. Аэросани Гражданской. LIVEJOURNAL [Электронный ресурс]. URL: <https://shusharmor.livejournal.com/335243.html> (Дата обращения 21.11.2024).
60. Аэросани АНТ-III. Семейные истории [Электронный ресурс]. URL: http://www.famhist.ru/famhist/tupol_n/00006fea.htm (Дата обращения 21.11.2024).
61. Кольчугинские аэросани. ЗЕБРА [Электронный ресурс]. URL: <https://zebra-tv.ru/novosti/spetsproekty/kolchuginskie-aerosani/> (Дата обращения 22.11.2024).
62. Наука и жизнь в начале XX века. Март 2022 №3. НАУКА И ЖИЗНЬ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/43513/> (Дата обращения 22.11.2024).
63. АНТ-1. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-1> (Дата обращения 22.11.2024).
64. АНТ-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-2> (Дата обращения 22.11.2024).
65. Первый советский металлический самолет // Правда, 1924, 15 июня.
66. Довоенные и послевоенные награды и знаки. ВКОНТАКТЕ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-103343229_35570?lang=en (Дата обращения 24.11.2024).
67. Осовиахим. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-2> (Дата обращения 24.11.2024).
68. РГАЭ, ф. 4086, оп. 1а, архив № 2238, л. 7,8.
69. РГАЭ, ф. 4086, оп. 1, ед. хр. 2, л. 5-6.
70. РГАЭ, ф. 4086, оп. 1, архивы № 2238, л. 3,4.
71. Семен Михайлович Петров (1899-1989). - В кн. Творцы металлургии легких сплавов России. Под редакцией Бондарева Б.И. - М.: Металлургия, 1994, с. 20-31.
72. Музалевский Ю.Г. Заводские методы изготовления твердых алюминиевых сплавов для авиастроения // Труды II Всесоюзного совещания по цветным металлам. Тезисы к докладам. - Москва-Ленинград: АО «ПРОМИЗДАТ», 1927, Том 2, с. 126-161.
73. Музалевский Ю.Г. Легкие сплавы типа дуралюмин // Вестник Воздушного флота, 1923, № 3, с. 93.

74. Самолеты ОКБ А.Н. Туполева. АНТК им. А.Н. Туполева. Часть 1. Ту [Электронный ресурс]. URL: https://testpilot.ru/russia/tupolev/tu_list.htm (Дата обращения 28.11.2024).
75. List of Tupolev aircraft. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Tupolev_aircraft (Дата обращения 28.11.2024).
76. АНТ-3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-3> (Дата обращения 28.11.2024).
77. АНТ-3. Яндекс. Картинки [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/images/search?from=tabbar&img_url=https%3A%2F%2Fairwar.ru%2Fimage%2Fidor%2Flaw1%2Fant3%2Fant3-5.jpg&lr=213&pos=10&rpt=simage&source=related-duck&text=Громов%20и%20Радзевич%20на%20самолете%20ант-3%20Пролетарий (Дата обращения 28.11.2024).
78. АНТ-3 Пролетарий. УГОЛОК НЕБА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.airwar.ru/enc/law1/ant3.html> (Дата обращения 28.11.2024).
79. Саукке М. Самолеты Туполева АНТ-1 - АНТ-15. - М.: Либри, 1995, 64 с.
80. Шавров В.М. История конструкций самолетов в СССР до 1938 года. - М.: Машиностроение, 1985, 752 с.
81. ТБ-1. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТБ-1> (Дата обращения 28.11.2024).
82. ТБ-1 (ч2). ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZQvdmSLyAhueBNKF> (Дата обращения 28.11.2024).
83. 26 ноября 1925 года свой первый полёт совершил ТБ-1 (АНТ-4). ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/86848-26-noyabrya-1925-goda-svoy-pervyy-polet-sovershil-tb-1-ant-4.html> (Дата обращения 28.11.2024).
84. Первый в своем роде. Uplib.ru. библиотека [Электронный ресурс]. URL: http://www.uplib.ru/transport_i_aviacija/aviacija_i_vremja_2007_03/p3.php?ysclid=m41heknn7w247716443 (Дата обращения 28.11.2024).
85. Р-6. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТБ-1> (Дата обращения 28.11.2024).
86. Оскар Круус. Вахтенный полярной трассы. - Таллин: Ээсти Раамат, 1976, 160 с.

87. Истребитель И-4 (АНТ-5). Первый истребитель Павла Сухого. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ХpGisJyHoA0tfTPL> (Дата обращения 28.11.2024).
88. 95 лет со дня первого полета первого отечественного цельнометаллического истребителя АНТ-5. СОЮЗ АВИАПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РОССИИ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aviationunion.ru/media/members/24864/> (Дата обращения 28.11.2024).
89. Туполев ТБ-3 (известный как АНТ-6). ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: [https://dzen.ru/a/ХyGU3XIr1T\]mW3V1](https://dzen.ru/a/ХyGU3XIr1T]mW3V1) (Дата обращения 30.11.2024)].
90. [ТБ-3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТБ-3> (Дата обращения 30.11.2024)].
91. ТБ-3. Яндекс. Картинки [Электронный ресурс]. URL: <https://cdn.culture.ru/images/4ec09260-477c-5db8-bd93-e2f8bf235abb> (Дата обращения 28.11.2024).
92. ТБ-3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ТБ-3> (Дата обращения 30.11.2024)].
93. АНТ-6 (ТБ-3, Г-2). Uhlib.ru. библиотека [Электронный ресурс]. URL: http://www.uhlib.ru/transport_i_aviacija/aviacija_i_kosmonavtika_1997_10/p13.php (Дата обращения 30.11.2024).
94. Tupolev diamond. TOPWAR [Электронный ресурс]. URL: <https://en.topwar.ru/106356-tupolevskiy-brilliant.html> (Дата обращения 30.11.2024).
95. Самолет Туполев ТБ-3 (АНТ-6). Фото. История. Характеристики. AVIA.PRO [Электронный ресурс]. URL: <https://avia.pro/blog/tb-3> (Дата обращения 30.11.2024).
96. Тяжелый транспортный самолет Г-2. авиару.рф [Электронный ресурс]. URL: <http://авиару.рф/aviamuseum/aviatsiya/sssр/transportno-passazhirskie-samolety/1920-e-1940-e-gody/tyazhelyj-transportnyj-samolet-g-2/> (Дата обращения 30.11.2024).
97. ПС-9 (АНТ-9). УГОЛОК НЕБА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.airwar.ru/enc/cw1/ps9.html> (Дата обращения 29.11.2024).
98. АНТ-9: Крылья Советов над Европой. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Хu5GBbv9-CAMjxC8> (Дата обращения

30.11.2024).

99. ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ: КРЫЛЬЯ СТРАНЫ СОВЕТОВ. LIVEJOURNAL [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-aviation.livejournal.com/3464179.html> (Дата обращения 30.11.2024).

100. 95 лет назад первый полет совершил советский пассажирский лайнер АНТ-9. Об этом сообщает «Рамблер» [Электронный ресурс]. URL: https://travel.rambler.ru/lifehack/52709193/?utm_content=travel_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (Дата обращения 29.11.2024).

101. Первый советский авиалайнер. Об этом сообщает «Рамблер» [Электронный ресурс]. URL: <https://travel.rambler.ru/lifehack/52709193-95-let-nazad-pervyy-polet-sovershil-sovetskiy-passazhirskiy-layner-ant-9/> (Дата обращения 29.11.2024).

102. АНТ-20. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-20> (Дата обращения 03.12.2024)].

103. Лайнеры-гиганты — от 30-х до 2000-х. bibimot [Электронный ресурс]. URL: <https://bibimot.ru/2071-lajnery-giganty-ot-30-h-do-2000-h-chast-i.html> (Дата обращения 03.12.2024)].

104. Boeing 747-400. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400 (Дата обращения 03.12.2024)].

105. Максим Горький: самый странный самолет СССР. НОСТАЛЬГИЯ [Электронный ресурс]. URL: <https://fishki.net/3010485-maksim-gorykij-samyj-strannyj-samolet-sssr.html> (Дата обращения 03.12.2024)].

106. Pinterst [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.pinterest.com/pin/135389532543423056/> (Дата обращения 03.12.2024)].

107. АНТ-25. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-25> (Дата обращения 03.12.2024)].

108. А.Н. Туполев - человек и его самолеты. Даффи Пол. ВикиЧтение [Электронный ресурс]. URL: <https://biography.wikireading.ru/178605> (Дата обращения 03.12.2024)].

109. MARSHALL AND THE SOVIET AVIATORS.THE GEORGE C. MARSHALL FOUNDATION [Электронный ресурс]. URL: <https://www.marshallfoundation.org/articles-and-features/marshall-and-the-soviet-aviators/> (Дата обращения 06.12.2024)].

110. Tupolev ANT-25. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tupolev_ANT-25 (Дата обращения 06.12.2024).
111. Первый перелет через Северный полюс начался 84 года назад. Pikabu [Электронный ресурс]. URL: https://pikabu.ru/story/pervyyiy_perelyot_cherez_severnyiy_polyus_nachalsya_84_goda_nazad_8284913 (Дата обращения 06.12.2024).
112. Время первых – VII (начало). ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZWHc72XBF1AUASRU> (Дата обращения 06.12.2024).
113. #история АНТ-25 (РД): СТАЛИНСКИЙ САМОЛЕТ ДЛЯ РЕКОРДОВ. Ретро [Электронный ресурс]. URL: <https://m.ok.ru/group/5211611294578/topic/156620592937074> (Дата обращения 06.12.2024).
114. «Авиастроение России в лицах». Энциклопедический словарь. - М.: МОО «Общество авиастроителей», ООО «РИГ АЭРОСФЕРА», 2008, 684 с.
115. Калинин, Константин Алексеевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Калинин,_Константин_Алексеевич (Дата обращения 03.12.2024)].
116. Konstantin Kalinin. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Konstantin_Kalinin (Дата обращения 06.12.2024).
117. Калинин Константин Алексеевич. БОЛЬШАЯ РОССИЙСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/kalinin-konstantin-alekseevich-95ac36> (Дата обращения 06.12.2024).
118. Калинин Константин Алексеевич. БЕССМЕРТНЫЙ БАРАК [Электронный ресурс]. URL: https://bessmertnybarak.ru/kalinin_konstantin_alekseevich/ (Дата обращения 06.12.2024).
119. К-1. УГОЛОК НЕБА [Электронный ресурс]. URL: <https://airwar.ru/enc/cw1/k1.html> (Дата обращения 06.12.2024).
120. К-2 (самолёт). Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/К-2_\(самолет\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/К-2_(самолет)) (Дата обращения 07.12.2024)].

121. Пассажирский самолет К-2. Общество друзей воздушного флота [Электронный ресурс]. URL: <http://aviary.ru/aviamuseum/aviatsiya/sssр/transportno-passazhirskie-samolety/1920-e-1940-e-gody/passazhirskij-samolet-k-2/> (Дата обращения 07.12.2024)].
122. К-3/РОКК-1. Первый санитарный самолёт СССР. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/149186-k-3-rokk-1-pervyj-> (Дата обращения 07.12.2024)].
123. «Русс, гут!» Чем советский самолет К-4 восхищал немецких конструкторов. TechInsider [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/1629581-russ-gut-chem-sovetskii-samolet-k-4-voshishchal-nemeckih-konstruktorov/> (Дата обращения 07.12.2024)].
124. К-5 - рабочая лошадь Аэрофлота 30 -х. pikabu [Электронный ресурс]. URL: https://pikabu.ru/story/k5_rabochaya_loshad_ayeroflota_30_kh_6997208 (Дата обращения 07.12.2024)].
125. К-5 (самолёт). РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/К-5_\(самолёт\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/К-5_(самолёт)) (Дата обращения 07.12.2024)].
126. К-5. УГОЛОК НЕБА [Электронный ресурс]. URL: <https://airwar.ru/enc/cw1/k5.html> (Дата обращения 07.12.2024)].
127. ФЛАГМАН ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА. TeshInsired [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techinsider.ru/history/1628125-zabytyi-flagman-aeroflota-chem-udivlyaet-dovoennyi-sovetskii-samolet-k-5/> (Дата обращения 07.12.2024)].
128. К-5 (самолет). Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/К-5_\(самолёт\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/К-5_(самолёт)) (Дата обращения 07.12.2024)].
129. Самолёт Бе-6 в губе Грязной. LIVEJOURNAL [Электронный ресурс]. URL: <https://techmonuments.livejournal.com/279610.html> (Дата обращения 08.12.2024)].
130. РГАСПИ Ф. 17. Оп. 120. Д. 56. Л. 38-39 об.
131. ИСТОРИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ. НПО НАУКА [Электронный ресурс]. URL: https://про-nauka.ru/company/history_and_achievements/ (Дата обращения 08.12.2024)].
132. Квасов Ф.И. Семен Михайлович Петров (1899-1989). - В кн. Творцы

металлургии легких сплавов России. Под редакцией Бондарева Б.И. - М.: Металлургия, 1994, с. 76-80.

133. Музалевский Ю.Г. О новейших достижениях в области легких прокатываемых сплавов (Доклад на Конференции цветной и золото-платиновой промышленности 10 апреля 1930 года)//Техника воздушного флота, 1930, №9, с. 609-623.

134. Добаткин В.И, Квасов Ф.И. Савватий Михайлович (1899-1953). - В кн. Творцы металлургии легких сплавов России. Под редакцией Бондарева Б.И. - М.: Металлургия, 1994, с. 65-75.

135. Воронов С.М. Деформируемые алюминиевые сплавы. - М.: Машгиз, 1951, 76 с.

136. Воронов С.М., Градусов П.И. Справочник по свойствам и применению цветных металлов и сплавов. - Москва - Ленинград: ОНТИ НКТП СССР, Главная редакция литературы по цветной металлургии. Выпуск III, 416 с.

137. Баранов. Петр Иванович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Баранов,_Пётр_Ионович_\(самолёт\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Баранов,_Пётр_Ионович_(самолёт)) (Дата обращения 11.12.2024)].

138. Теняева А.А., Миронов С.С. Исследование причин несправки при производстве алкледа. - В Сборнике статей по обработке цветных металлов. — Москва-Ленинград-Свердловск: ОНТИ НКТП СССР, 1934, с. 3-24.

139. Сборник приказов и циркуляров по НКТП СССР: Алфавитно-предметный указатель. 1932 г., янв.-март, май-июнь, август-октябрь, декабрь.

140. Автографы войны: Фотокнига. - Екатеринбург: Издательство элитной книги «Филантроп», 2010, 215 с.

141. «Враги» народа на кольчугинском заводе (Со слов А.М. Комарова).

Книга-журнал Владимирской области [Электронный ресурс]. URL:

<https://book33.ru/kolchugino-istorija/vragi-naroda-na-kolchuginskom-zavode-slova-a-m-komarova.html> (Дата обращения 11.12.2024)].

142. ВЫПИСКА ИЗ ПРИГОВОРА СУДЕБНОЙ КОЛЛЕГИИ ИВАНОВСКОГО ОБЛАСТНОГО СУДА от 8 октября 1939 года.

143. Музалевский Ю.Г. Авиаль (авиационный алюминий)//Техника воздушного флота, 1930, №2, с. 104-111.

144. Энергия развития. - Каменск-Уральский, ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», 2014, 208 с.

145. Воронов С.М. Процессы упрочнения сплавов Алюминий-Магний-Кремний и их новые промышленные композиции. - М.: Оборонгиз, 1946, 152 с.
146. ГОСТ 4784-2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки. - М.: Стандартинформ, 2019, 30 с.
147. Применение алюминиевых сплавов: Справочное издание //Альтман М. Б., Арбузов Ю. П., Бабичев Б. И. и др. - М.: Metallurgia, 1985, 344 с.
148. File:Aeroflot Mil Mi-8T at Groningen Airport.jpg. WIKIMEDIA COMMONS [Электронный ресурс]. URL: https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Aeroflot_Mil_Mi-8T_at_Groningen_Airport.jpg (Дата обращения 12.01.2025).
149. Об изъятии треста «Оргаметалл» из состава объединения тяжелого машиностроения и передаче его в ведение ВСНХ Союза ССР. Утверждено Высшим советом народного хозяйства Союза ССР 21 октября 1930 года. ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА ИСТОРИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/397113-ob-izyati-tresta-locale-nil-orgametall-locale-nil-iz-sostava-obedineniya-tyazhelogo-mashinostroeniya-i-peredache-ego-v-vedenie-vsnh-soyuza-ssr-utverzhdeno-vysshim-sovetom-narodnogo-hozyaystva-soyuza-ssr-21-oktyabrya-1930-goda> (Дата обращения 29.12.2024)].
150. Способы получения магния. Знаешь как [Электронный ресурс]. URL: <https://znaesh-kak.com/q/m/способы-получения-магния-> (Дата обращения 31.12.2024).
151. С.С. Крыжановский Об организации промышленности цветных металлов в СССР - Труды первого всесоюзного совещания по цветным металлам. 30 марта-6 апреля 1925 г. Доклады. Прения. Резолюции. - Центральное Управление печати ВСНХ СССР, Москва, 1925, стр.741-748.
152. Б.П. Рольшиков Успехи магниевой промышленности - Труды второго всесоюзного совещания по цветным металлам. Тезисы к докладам. - Москва-Ленинград, Акционерное общество «Промиздат», 1927, стр. 252.
153. С.М. Воронов, А.Ф. Белов, М.Е. Левич Исследование по производству электрона- ж. Техника воздушного флота, 1931, № 7, стр. 437- 451),
154. В. Буталов Производство «электрон» металла //Новости техники (Ежедневный бюллетень Центрального института технико-экономической информации при ТЕХПРОПЕ НКТП), 1931, № 118, стр.1.
155. Баль А.С. Выбор сплавов типа электрон для отливки самолетных деталей и

- арматуры//Техника воздушного флота, 1932, №11-12, с.1062-1068.
156. Патент на изобретение СССР № 7965. Бейельштейн А., Шмидт В., Томас Ф. Магниевый сплав - опубликована 28.2.1929 г.
157. Воронов С.М. Магниевые сплавы. - в кн. Проблемы технологии литейного дела. Т. 2: По материалам 1 Всесоюзной конференции литейщиков - М.- Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1932, с. 161-201.
158. Albatros L 81 «Electra». Aviation in Germany 1919-1945 [Электронный ресурс]. URL: https://histaviation.com/albatros_l_81.html (Дата обращения 06.01.2025).
159. Экспериментальный самолет ЭМАИ-1. Экспериментальные летательные аппараты. АВИАСТРОЕНИЕ В СССР. АВИАЦИЯ. Авиамузей. Главная [Электронный ресурс]. URL: <http://авиару.рф/aviamuseum/aviatsiya/sssrg/eksperimentalnye-samolety/eksperimentalnyj-samolet-imai-1> (Дата обращения: 13.01.2025).
160. Год работы//газета «Заводская правда», 1934,18 августа, стр. 1.
161. ЭМАИ-1 «СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ». САМОЛЕТЫ СТРАНЫ СОВЕТОВ [Электронный ресурс]. URL: http://www.sovplane.ru/readarticle.php?article_id=67 (Дата обращения: 13.01.2025).
162. Воронов С.М. Магниевые деформируемые сплавы, Жаропрочные легкие сплавы. - М.: Машгиз, 1951, 39 с.
163. Зоншайн, Семен Иосифович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Зоншайн,_Семен_Иосифович (Дата обращения 07.01.2025).
164. Классик школы авиаконструкторов: к 125-летию со дня рождения Семена Зоншайна. МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ [Электронный ресурс]. URL: <https://mai.ru/press/news/detail.php?ID=176692> (Дата обращения 07.01.2025).
165. Гиммельфарб, Аркадий Львович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гиммельфарб,_Аркадий_Львович (Дата обращения 07.01.2025).
166. Аврунин И.И. Обработка электрона при постройке самолета «Серго Орджоникидзе» - М.: Л., ОНТИ НКТП СССР, 1935, 43 с.
167. Беленкович, Александр Михайлович. Википедия. Свободная энциклопе-

дия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Беленкович,_Александр_Михайлович (Дата обращения 07.01.2025).

168. Воронов С.М., Белов А.Ф. Силумин и методы его производства // Бюллетень ВАО, 1931, №6, с.48-65, №7, с. 51-68.

169. Воронов С.М., Белов А.Ф. Силумин и методы его производства // Бюллетень ВАО, 1931, №7, с. 51-68.

170. ВСМПО-АВИСМА. ФЕДЕРАЛ ПРЕСС [Электронный ресурс]. URL: <https://fedpress.ru/company/1631085> (Дата обращения 15.12.2024).

171. ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ГЛАВА 10. ЗАВОД И ИНСТИТУТ ЛЁГКИХ СПЛАВОВ. Муниципальный округ КУНЦЕВО [Электронный ресурс]. URL: <https://old.kuntsevo.org/obnovlenia/book/Part2Glava10.htm> (Дата обращения 15.12.2024).

172. Петров Д.А. Литейный цех завода по обработке легких сплавов // Легкие металлы, 1933, №5, с. 13-17.

173. Эрлих А.И., Бондарев А.Б., Дергачева М.И. НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ ЗАБОРОВ - ОРГАНИЗАТОР СТРОИТЕЛЬСТВА И ПУСКА ПЕРВОГО В СССР АВИАЦИОННОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА. ИЗ ИСТОРИИ МЕТАЛЛУРГИИ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ РОССИИ // Научный аспект, 2023, №11 [Электронный ресурс]. URL: <https://na-journal.ru/11-2023-istoriya/6863-nikolai-petrovich-zaborov-organizatorstroitelstva-i-puska-pervogo-v-sssr-aviacionnogo-metallurgicheskogo-zavoda> (Дата обращения 16.12.2024).

174. Эрлих А.И., Бондарев А.Б. НИКОЛАЙ АГАФОНОВИЧ ДАНИЛОВИЧ - ОДИН РУКОВОДИТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРВЫХ В СССР ЗАВОДОВ АВИАЦИОННОЙ МЕТАЛЛУРГИИ. ИЗ ИСТОРИИ МЕТАЛЛУРГИИ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ // Научный аспект, 2023, №11 [Электронный ресурс]. URL: <https://na-journal.ru/11-2023-istoriya/7241-nikolai-agafonovich-danilovich-odinrukovoditelei-stroitelstva-pervyh-v-sssr-zavodov-aviacionnoi-metallurgii-iz-istorii-metallurgii-legkih-splavov-rossii> (Дата обращения 16.12.2024).

175. Рольшиков Борис Петрович (1894). ОТКРЫТЫЙ СПИСОК [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.open-list.wiki/Рольшиков_Борис_Петрович_\(1894\)](https://ru.open-list.wiki/Рольшиков_Борис_Петрович_(1894)) (Дата обращения 16.12.2024).

176. Эрлих А.И., Бондарев А.Б. История металлургии легких сплавов России.

Люди. Заводы. Книга 1. - М.: КнигИздат, 2020, 450 с.

177. Бондарев А.Б. История металлургии легких сплавов России. Всесоюзный институт легких сплавов - ВИАС. Книга 3. - М.: Издатель Андрей Бондарев, 2024, 1808 с.

178. Почетные энергетики. Книга памяти. Музей истории Мосэнерго [Электронный ресурс]. URL: https://www.mosenergo-museum.ru/Energetics_to_the_Personalities/Staff/831/ (Дата обращения 24.12.2024).

179. Днепровский алюминиевый завод. От рассвета до заката [Электронный ресурс]. URL: [https://telegra.ph/Dneprovskij-alyuminievuj-zavod-Ot-rassveta-do-zakata-10-23?ysclid=m4r46rtwv2729540960\(1894\)](https://telegra.ph/Dneprovskij-alyuminievuj-zavod-Ot-rassveta-do-zakata-10-23?ysclid=m4r46rtwv2729540960(1894)) (Дата обращения 17.12.2024).

180. Фотогалерея. ЭВОЛЮЦИЯ ОТРАСЛИ. РОСАТОМ ИСТОРИЯ [Электронный ресурс]. URL: https://www.biblioatom.ru/persons/bochvar_andrey_anatolevich/#gallery (Дата обращения 24.12.2024).

181. Гевелинг, Николай Владимирович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гевелинг,_Николай_Владимирович (Дата обращения 24.12.2024).

182. РГАЭ, ф. 7792, оп. 2, ед. хр. 1, л. 18-22.

183. Туполев СБ. WikipediA. The free Encsclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Туполев_СБ (Дата обращения 17.12.2024).

184. Бомбардировщик «СБ» (АНТ-40). АРМИИ И СОЛДАТЫ [Электронный ресурс]. URL: <https://armedman.ru/samoletyi/1919-1936-samoletyi/bombardirovshhik-sb-ant-40.html> (Дата обращения 17.12.2024).

185. Летчик-бомбардировщик на Халхин-Голе. Как это было. История. Дзен [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YdKXRlihCXPHXOec> (Дата обращения 17.12.2024).

186. Квасов Ф.И., Фридляндер И.Н. Алюминиевые сплавы типа дуралюмин. - М.: Металлургия, 1984, 240 с.

187. Уразов, Георгий Григорьевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Уразов,_Георгий_Григорьевич (Дата обращения 24.12.2024).

188. Орджоникидзе, Серго. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Орджоникидзе,_Серго (Дата обращения 24.12.2024).
189. Выполним задания!//газ. Ударный труд, 1935, 13 июля.
190. Технология обработки металлов давлением. ТиСАПРМП кафедра [Электронный ресурс]. URL: <https://tsaprmp.imtm.info/2017/11/04/tomd/> (Дата обращения 25.12.2024).
191. Кашен, Марсель. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кашен,_Марсель (Дата обращения 24.12.2024).
192. Воронов С. М. Газы в алюминиевых сплавах и методы дегазации расплава – М.: НКОП 1 глав. упр. 10 отдел. Кабинет обмена опытом по новой технологии и организации производства, 1938, 49 с.
193. Ежов Аркадий Три года в большой истории//Новатор, Корпорация ВСМПО-АВИСМА, 24 мая 2013, №22 (5062), с.30-31.
193. Расчалка. РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Расчалка> (Дата обращения 24.12.2024).
194. Константин Вершинин - главный маршал авиации, рекомендовавший Юрия Гагарина в отряд космонавтов. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Yt1QPWSvUmNuUH2P> (Дата обращения 24.12.2024).
195. Забытый самолет великой Победы По-2. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZVDAoHwg0l2GnMji> (Дата обращения 27.12.2024).
196. У-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/У-2> (Дата обращения 24.12.2024).
197. И-15. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/И-15> (Дата обращения 24.12.2024).
198. Polikarpov I-153. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Polikarpov_I-153 (Дата обращения 28.11.2024).
199. Шавров В.М. История конструкций самолетов в СССР 1938-1950 гг. 2-е издание, исправленное- М.: Машиностроение, 1988, 568 с.
200. Пе-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пе-2> (Дата обращения 02.02.2025).
201. Ли-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс].

- URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ли-2> (Дата обращения 02.02.2025).
203. Ил-4. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ил-4> (Дата обращения 02.02.2025).
204. Техническое описание Ту-2. Ту-2. Часть 2. ВикиЧтение. [Электронный ресурс]. URL: Ne (Дата обращения 02.02.2025).
205. Легендарные самолеты. Бомбардировщик Пе 8. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Xlqgh6UoCiAxS8A8> (Дата обращения 02.02.2025).
206. Фридляндер И.Н. Воспоминания о создании авиакосмической и атомной техники из алюминиевых сплавов. 2-е издание, дополненное - М.: Наука, 2006, 287 с.
207. Иосиф Наумович Фридляндер/ Joseph Fridlyander. RUTUBE [Электронный ресурс]. URL: <https://rutube.ru/video/8b1510b52cc4bce657fd42ff36b347d5/> (Дата обращения 27.03.2025).
208. Ту-4. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-4> (Дата обращения 02.02.2025).
208. Alcoa mill products. WAYBACKMACHINE [Электронный ресурс]. URL: https://web.archive.org/web/20060827072154/http://www.alcoa.com/mill_products/catalog/pdf/alloy2024techsheet.pdf (Дата обращения 02.02.2025).
209. File:Boeing B-50D-95-BO 050421-F-1234P-006.jpg. Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Boeing_B-50D-95-BO_050421-F-1234P-006.jpg (дата обращения 24.03.2025).
210. Советский бомбардировщик Ту-4 копия американского Б-29. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Xm1cve9FdRN5qRxx> (дата обращения 24.03.2025).
211. Жирнов А.Д. Крылатые металлы и сплавы //Наука и жизнь, 2007, №6, с.36-39.
212. Воронов С.М., Градусов П.И. Справочник по свойствам и применению цветных металлов и сплавов. Выпуск 3. - Москва-Ленинград: ОНТИ НКТП, 1936, 414 с.
213. Виштынецкий И.С., Воронов С.М., Белов А.Ф., Семенов М.П. СПРАВОЧНИК-КАТАЛОГ ПО ДЕФОРМИРУЕМЫМ ЛЕГКИМ СПЛАВАМ. - М.: Металлообрабатывающий завод, 1940, 164 с.

214. ТРУДЫ первой технологической конференции металлургических заводов НКАП. - М.: Государственное издательство оборонной промышленности (ОБОРОНГИЗ), 1945, 166 с.
215. И.В. Сталин [Электронный ресурс]. URL: https://ic.pics.livejournal.com/dmitry_maximov/4328716/85838/85838_original.jpg (Дата обращения 27.03.2025).
216. АНТ-40. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АНТ-40> (Дата обращения 02.02.2025).
217. Пыль Халхин-Гола Часть 61. 24 июля 1939. Пушки — вперед!?! Альтернативная История [Электронный ресурс]. URL: <https://alternathistory.ru/pyl-halhin-gola-chast-61-24-iyulya-1939-pushki-vperedyod/?aspage=13> (Дата обращения 02.02.2025).
218. Скоростной бомбардировщик СБ. Часть I. От рождения до серии. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/80327-skorostnoy-bombardirovshchik-sb-chast-i-ot-rozhdeniya-do-serii.html> (Дата обращения 18.02.2025).
219. Якубович Н.В. Боевые самолеты Туполева. - М.: Яуза, Эксмо, 2010, 528 с.
220. ЦАГИ. ЭТО ПРЯМО ЗДЕСЬ [Электронный ресурс]. URL: <https://topos.memo.ru/article/390+45> (Дата обращения 02.02.2025).
221. Яковлев А.С. Записки авиаконструктора. - М.: Издательство «Детская Литература», 1967, 407 с.
222. Я дрался на Пе-2. Хроники пикирующих бомбардировщиков. Артем Драбкин. ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА [Электронный ресурс]. URL: https://statehistory.ru/books/Artyem-Drabkin_YA-dralsya-na-Pe-2--KHroniki-pikiruyushchikh-bombardirovshchikov/ (Дата обращения 27.03.2025).
223. Пилоты Пе-2 - имена известны. DRIVE2.RU Я дрался на Пе-2. Хроники пикирующих бомбардировщиков. Артем Драбкин. ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/b/3259837> (Дата обращения 27.03.2025).
224. Таран или плен. Непростой выбор Василия Гречишникава. Крылья истории. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/W7x0soxqpwCsl9-W> (Дата обращения 28.03.2025).
225. «Пешки» выдающегося авиаконструктора. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YO1xyVbGWkCMPmf3> (Дата обращения

28.03.2025).

226. Пе-8. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пе-8> (Дата обращения 28.03.2025).

227. Боевые самолёты. Пе-8, не ставший «летающей крепостью». ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/163258-boevye-samolety-pe-8-ne-stavshij-letajuschej-krepostju.html> (Дата обращения 28.03.2025).

228. Петляков Пе-8 / ТБ-7. Pinterest [Электронный ресурс]. URL: <https://br.pinterest.com/pin/8-7--151292868711022871/> (Дата обращения 28.03.2025).

229. Ту-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ту-2> (Дата обращения 28.03.2025).

230. В России обнародованы документы о подготовке Англией и Францией удара по СССР в 1930-х. КОМСОМОЛЬСКАЯ ПРАВДА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kp.ru/online/news/4357040/> (Дата обращения 29.03.2025).

231. Англия и Франция активно готовились ударить по СССР в конце 1930-х годов. РИА НОВОСТИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20210708/istoriya-1740366177.html> (Дата обращения 29.03.2025).

232. Англо-французская «Барбаросса» 1940 года. ФОНД СТРАТЕГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fondsk.ru/news/2021/09/10/anglo-francuzskaja-barbarossa-1940-goda.html> (Дата обращения 29.03.2025).

233. Опаснее «Барбароссы». План англо-французской агрессии против СССР в 1940 году. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fondsk.ru/news/2021/09/10/anglo-francuzskaja-barbarossa-1940-goda.html> (Дата обращения 29.03.2025).

234. О провале англо-французского плана «крестового похода» Запада против СССР в 1940 году. Секретная победа Сталина. ЗАВТРА [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fondsk.ru/news/2021/09/10/anglo-francuzskaja-barbarossa-1940-goda.html> (Дата обращения 29.03.2025).

235. ГА РФ. Ф. Р-8418. Оп. 28. Д. 116. Л. 180-189

236. РГАСПИ. Ф. 644. Оп. 1. Д. 25. Л. 113. Оп. 2. Д. 44. Л. 65-67

237. File: TU-2S.jpg. WIKIMEDIA COMMONS [Электронный ресурс]. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TU-2S.jpg> (Дата обращения 30.03.2025).
238. Tupolev Tu-2. Wikipedia. The free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tupolev_Tu-2 (Дата обращения 30.03.2025).
239. Историческая справка. ИЛЬЮШИН группа компаний [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20191005041942/http://www.ilyushin.org/about/history/background/> (Дата обращения 30.03.2025).
240. Ил-4. РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Ил-4> (Дата обращения 05.04.2025).
241. Якубович Н.В. Неизвестный Ильюшин. - М.: Яуза: Эксмо, 2012, 478 с.
242. Ильюшин, Сергей Владимирович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ильюшин,_Сергей_Владимирович (Дата обращения 05.04.2025).
243. Сергей Владимирович Ильюшин [Электронный ресурс]. URL: <https://cdn.culture.ru/images/6961fc29-3736-59a9-88bb-54b461068960> (Дата обращения 05.04.2025).
244. Конструктор Ильюшин: Вклад в авиацию. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Zv7rZnoJ7DdDPwx8> (Дата обращения 07.04.2025).
245. Оружие победы. 5 фактов о легендарном штурмовике Ил-2. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YngzxVrnHgzSxCUj> (Дата обращения 07.04.2025).
246. Ил-62 летит во Владивосток. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZiURC3MbAAvAHhxG> (Дата обращения 07.04.2025).
247. Первый полёт бомбардировщика Ил-28 и вертолет продольной схемы от Bristol Aeroplane. «День в истории авиации» №80 (5-11 июля). ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YOthonm1lnXxwrf5> (Дата обращения 07.04.2025).
248. «Скоростная и маневренная машина»: чем уникален самолёт-бомбардировщик советской дальней авиации ДБ-3. RT русском [Электронный ресурс]. URL: <https://russian.rt.com/science/article/858116-ckb-26-db-3-dalnyaya-aviaciya-sssr> (Дата обращения 05.04.2025).
249. Ilyushin DB-3. Wikipedia. The free Encyclopedia [Электронный ресурс].

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Иlushin_ДБ-3#cite_ref-1 (Дата обращения 05.04.2025).

250. Сбройні сили. [Электронный ресурс]. URL:

<https://ru.pinterest.com/pin/pin-di-su--99839181118100333/> (Дата обращения 06.04.2025).

251. Passenger. Pinterest [Электронный ресурс]. URL:

<https://fr.pinterest.com/pin/pinterest--519321400761141934/> (Дата обращения 06.04.2025).

252. Крылатая гордость России (Часть четвертая) - Ил-4. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/15921-krylataya-gordost-rossii-chast-chetvertaya-il-4.html> (Дата обращения 06.04.2025).

253. ДБ-3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ДБ-3> (Дата обращения 07.04.2025).

254. Виноградов Ю.А. Иду на Берлин. - М.: ДОСАФ, 1988, 244 с.

255. С 7 на 8 августа русские бомбили Берлин. DRIVE2.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/b/624514909069122145> (Дата обращения 08.04.2025).

256. Советская морская авиация в годы Великой Отечественной войны. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/14298-sovetskaya-morskaya-aviaciya-v-gody-velikoy-otechestvennoy-voyny.html> (Дата обращения 08.04.2025).

257. Первые «пташки» авиационных КБ. Медиа [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/media/news/pervye-ptashki-aviatsionnykh-kb/#start> (Дата обращения 10.04.2025).

258. Техника. Оружие. Война. фото. В КОНТАКТЕ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-59519874_321975 (Дата обращения 10.04.2025).

259. Су-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Су-2> (Дата обращения 07.04.2025).

260. Екатерина Зеленко. «Она родилась для авиации, как птица для полета». ИСТОРИЯ РФ [Электронный ресурс]. URL: <https://histrf.ru/read/articles/ekaterina-zelenko-ona-rodilas-dlya-aviacii-kak-ptica-dlya-poleta> (Дата обращения 10.04.2025).

260. Самолет-бомбардировщик Су-2. СССР. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ МУЗЕЯ ПОБЕДЫ. МУЗЕЙ ПОБЕДЫ [Электронный ресурс]. URL:

<https://victorymuseum.ru/encyclopedia/technic/voenno-vozdushnye-sily/samolet-bombardirovshchik-su-2-sssr/> (Дата обращения 10.04.2025).

262. Единственная в истории: 80 лет назад летчица Зеленко пошла на таран. РОДИНА [Электронный ресурс]. URL: https://rodina-history.ru/2021/09/12/edinstvennaia-v-istorii-80-let-nazad-letchica-zelenko-poshla-na-taran.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (Дата обращения 10.04.2025).

263. Бомбардировки Берлина советской авиацией в 1941 году. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бомбардировки_Берлина_советской_авиацией_в_1941_году (Дата обращения 11.04.2025).

264. The Er-2 with Diesel motors M-30B and experimental four-bladed airscrews AV-9EL-116. Aviation of World War II. AirPages.ru [Электронный ресурс]. URL: https://airpages.ru/eng/img/er2_3.shtml (Дата обращения 11.04.2025).

265. Ер-2. Большая Российская Энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZM5rqeb39SUNV9l-> (Дата обращения 11.04.2025),

266. Дальний бомбардировщик Ер-2 - странный «неудачник», провоевавший всю войну навывлет. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/ZM5rqeb39SUNV9l-> (Дата обращения 11.04.2025)/

267. Сталь-7. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталь-7> (Дата обращения 10.04.2025)

268. Эффект Бартини. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Бартини (Дата обращения 10.04.2025).

269. Ер-2. ороссиu.com [Электронный ресурс]. URL: <https://ороссиu.com/er-2.htm> (Дата обращения 11.04.2025).

270. Бартини, Роберт Людвигович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бартини,_Роберт_Людвигович (Дата обращения 11.04.2025).

271. «ТОВАРИЩ БАРОН» ИЗ ТАГАНРОГА. NVGAZETA.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nvgazeta.ru/news/12370/618426/> (Дата обращения 11.04.2025).

272. Исключительный самолет "Сталь-7": как итальянец Бартини развивал авиастроение в СССР. ТАСС [Электронный ресурс]. URL:

<https://tass.ru/opinions/14608705?ysclid=m9bkl2arq3757082373> (Дата обращения 11.04.2025).

273. Ер-2. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ер-2> (Дата обращения 11.04.2025).

274. Ермолаев, Владимир Григорьевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ермолаев,_Владимир_Григорьевич (Дата обращения 11.04.2025).

275. Хроника дальнего бомбардировщика Ер-2. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/29320-hronika-dalnego-bombardirovshika-er-2.html> (Дата обращения 11.04.2025).

276. Молодчий, Александр Игнатьевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ермолаев,_Владимир_Григорьевич (Дата обращения 11.04.2025).

277. Построен первый самолет ПС-84 (Ли-2) - отечественный вариант пассажирского Дугласа DC-3. Международный общественный фонд поддержки авиации и космонавтики. АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ ФОНД [Электронный ресурс]. URL:

http://aviaspace.ru/calendar/section/events/postroen_pervyy_samolet_ps-li-_otechestvennyu_variant_passagirskogo_duglasa_dc-/ (Дата обращения 17.04.2025).

278. Mike's DC-3 - MIKESZONE. Pinterest [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.pinterest.com/pin/398639004495392996/visual-search/?x=16&y=16&w=532&h=336&surfaceType=flashlight> (Дата обращения 17.04.2025).

279. Evolution of Light Alloys in Aeronautics: the Case of Duralumin from its Discovery to the End of WWII. NACELLES [Электронный ресурс]. URL: <https://interfas.univ-tlse2.fr/nacelles/923> (Дата обращения 17.04.2025).

280. Douglas DC-3. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3 (Дата обращения 17.04.2025).

281. Плазово-шаблонный метод увязки форм [Электронный ресурс].

URL: <https://ppt-online.org/244014> (Дата обращения 17.04.2025).

282. В Ефремове к 120-летию со дня рождения авиаконструктора Владимира Мясищева откроется дом-музей. ТУЛЬСКИЕ НОВОСТИ [Электронный ресурс]. URL:

https://newstula.ru/fn_1181272.html?utm_referrer=https://dzen.ru/media/id/5ab22e4adcaf8e4c94a4d5f1/6333e1e471bc380c50eedd59 (Дата обращения 18.04.2025).

283. Мясищев, Владимир Михайлович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мясищев,_Владимир_Михайлович (Дата обращения 17.04.2025).

284. Все для фронта: как завод ТАПОиЧ ковал крылья Победы. SPUTNIK Узбекистан [Электронный ресурс]. URL:

<https://dzen.ru/b/YzPh5HG8OAxQ7t1Z> (Дата обращения 18.04.2025).

285. Лисунов, Борис Павлович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лисунов,_Борис_Павлович (Дата обращения 18.04.2025).

286. Ли-2. УГОЛОК НЕБА [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.airwar.ru/enc/cww2/li2.html> (Дата обращения 18.04.2025).

287. Самолет - эпоха. Ли-2. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL:

<https://dzen.ru/a/XkZ14eI34luO67Vb> (Дата обращения 18.04.2025).

289. Самолет Ли-2. Техническое описание. djvu.online [Электронный ресурс].

URL: <https://djvu.online/file/qnurADxIfd6D3> (Дата обращения 19.04.2025).

290. Lisunov Li-2. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс].

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lisunov_Li-2 (Дата обращения 18.04.2025).

291. Douglas DC-3. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс].

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3 (Дата обращения 18.04.2025).

292. АШ-62. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс].

URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/АШ-62> (Дата обращения 19.04.2025).

293. File:Lisunov Li-2 HA-LIQ cabin.jpg. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lisunov_Li-2_HA-LIQ_cabin.jpg (Дата обращения 19.04.2025).

294. ЛИСУНОВ "ЛИ-2 / ПС-84", ТРАНСПОРТНЫЙ САМОЛЕТ. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ [Электронный ресурс].

URL: <https://war-book.ru/c-47-dc-3-li-2-ps-84-transportnyj-samolet-firmy-dougl/> (Дата обращения 19.04.2025).

295. Ли-2 [Электронный ресурс]. URL:

https://avatars.mds.yandex.net/i?id=6b4f2cff76fe085ebbc3828abefc6b12_l-4687875-images-thumbs&n=13 (Дата обращения 19.04.2025).

296. File: Лисунов Ли-2 18418809, Моноино - музей ВВС RP9781.jpg. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL:

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Лисунов_Ли-2_18418809,_Моноино_-_музей_ВВС_RP9781.jpg (Дата обращения 19.04.2025).

297. Ли-2. АВИААРКТИКА [Электронный ресурс]. URL:

<https://i.pinimg.com/originals/a7/31/42/a73142fb5e72a728ca2317c6e489100e.jpg> (Дата обращения 19.04.2025).

298. Николай Изюмов [Электронный ресурс]. URL:

https://yandex.com/maps/org/samol_t_li_2/223665817447/gallery/?ll=87.181790%2C67.373995&photos%5Bbusiness%5D=223665817447&photos%5Bid%5D=urn%3Ayandex%3Asprav%3Aphoto%3A10767865_2a0000018a8f32ac632b8c338d6e65475ff7&z=9 (Дата обращения 19.04.2025).

299. Мухин М.Ю. Авиапромышленность СССР в 1921-1941 годах. - М.: Наука, 2006, 320 с.

300. Сетевое крестьянское восстание в 1902 году. ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/56544-setevoe-krestyanskoe-vosstanie-v-1902-godu.html> (Дата обращения 19.05.2025).

301. Как жил русский рабочий до революции? ВОЕННОЕ ОБОЗРЕНИЕ [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/17779-kak-zhil-russkiy-rabochiy-do-revolucii.html> (Дата обращения 19.05.2025).

302. Уровень жизни рабочих 1913-1917 гг, в СССР и в 2018 г (зарплаты и потребительские корзины). Часть 1. ДИЛТАНТ [Электронный ресурс]. URL: <https://diletant.media/blogs/65662/44976802/> (Дата обращения 19.05.2025).

303. Всеобщая стачка на Юге России. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Всеобщая_стачка_на_Юге_России (Дата обращения 19.05.2025).

304. Царская Россия. Pinterest [Электронный ресурс]. URL:

<https://in.pinterest.com/pin/1908-40--599752875363435631/> (Дата обращения 19.05.2025).

305. О росте Сталина вопрос решен. Picabu [Электронный ресурс]. URL: https://picabu.ru/story/o_roste_stalina_vopros_reshen_6362926?cid=128912524 (Дата обращения 28.04.2025).
306. Квасов Ф.И. Александр Федорович Белов. - М.: ВИЛС, 1995, 211 с.
307. Дейч Иван Альфонсович (1903). ОТКРЫТЫЙ СПИСОК [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.openlist.wiki/Дейч_Иван_Альфонсович_\(1903\)](https://ru.openlist.wiki/Дейч_Иван_Альфонсович_(1903)) (Дата обращения 28.04.2025).
308. С. Лещенко Человек из XX века. // НАУКА и ЖИЗНЬ. 2000. №6. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/7558/> (дата обращения 28.04.2025).
309. Каганович, Михаил Моисеевич. РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Каганович,_Михаил_Моисеевич (Дата обращения 20.05.2025).
310. Клань в советском авиапроме в свете внутривластной борьбы в СССР накануне и в начале Второй мировой войны. www.rkka.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rkka.ru/analys/stepanov/aviaprom.htm> (Дата обращения 20.05.2025).
311. Эволюция комфорта: как менялся дизайн электропоездов с годами? ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Z4QU5TatYHRrPouj> (Дата обращения 13.10.2025).
312. Как производятся «Ласточки» - поезда с распределённой архитектурой. ХАБР [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/tuturu/articles/565460/?ysclid=mgot8o7064687745688> (Дата обращения 13.10.2025).
313. КП 5827/9. Плакат. Крепите Красный Воздушный флот. СССР, 1934 г. Автор: Ф. Аверин. 55,1 x 72 см. Коллекция плакатов в фондах Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского.
314. Плакат. Крепи авиапромышленность - базу авианизации и обороны страны. ОСОАВИАХИМ авиапредприятий и заводов-поставщиков - на борьбу за ПРОМФИНПЛАН. 1933 год. Pinterest [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.pinterest.com/pin/pin-en-the-motherland--708472585112005873/> (Дата обращения 13.10.2025).
315. А. Тюрин Исторические сведения о деревне и городе Ступино (картины жизни, хроника событий и строительства) - М.: Энциклопедия российских деревень, 2000, 256 с.

316. Комбинат №150-презентация онлайн [Электронный ресурс]. URL: <https://ppt-online.org/1230606?ysclid=mgp90oefov957167320> (Дата обращения 13.10.2025).
317. Эрлих А.И., Бондарев А.Б. Сергей Михайлович Лещенко — один из руководителей предприятий авиационной промышленности. Из истории металлургии легких сплавов России // Научный Аспект, 2024, №8 [Электронный ресурс]. URL: <https://na-journal.ru/8-2024-istoriya/14653-sergei-mihailovich-leshchenko-odin-iz-rukovoditelei-predpriyatii-aviacionnoi-promyshlennosti-iz-istorii-metallurgii-legkih-splavov-rossii> (Дата обращения 13.10.2025).
318. Центральная детская библиотека г. Ступино. ВКОНТАКТЕ [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/wall-90535964_2740 (Дата обращения 13.10.2025).
319. Владимир Воробьев Ступинская энциклопедия: персоналии/ Издание 2-е. Доп., пераб. - М.: Издательство «Перо», 2023, 608 с.
320. Визирян Гурген Вартанович - начальник УСКЗ (Управление строительства каменных заводов). ПОСЕЛОК ИМЕНИ ЧКАЛОВА 1942-НАШИ ДНИ [Электронный ресурс]. URL: https://cmk-group.ru/company/pressroom/image_gallery/history.php (Дата обращения 13.10.2025).
321. Прокатный цех №42. Загрузка плоских слитков в колодцевые печи гомогенизации 1959 год. Фотогалерея. СМК [Электронный ресурс]. URL: https://cmk-group.ru/company/pressroom/image_gallery/history.php (Дата обращения 13.10.2025).
322. Наши легенды: Петр Ломако - министр из "Книги рекордов Гиннеса". ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YvtCkxkOhFhFfHG3> (Дата обращения 13.10.2025).
323. Ломако. Петр Фадеевич. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ломако,_Пётр_Фадеевич (Дата обращения 14.10.2025).
324. Ломако. Петр Фадеевич. WIKI 2. ВИКИПЕДИЯ. ПЕРЕИЗДАНИЕ [Электронный ресурс]. URL: https://wiki2.org/ru/Ломако,_Пётр_Фадеевич (Дата обращения 14.10.2025).
325. Шуленбург, Вернер фон дер. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Шуленбург,_Вернер_фон_дер (Дата обращения 14.10.2025).

326. Воронов С.М. Труды МАТИ, 1953, выпуск 23, с. 3-6.
327. РГАЭ, ф. 9086, оп. 1, ед. хр. 207, л. 24.
328. Котлов А.Н. КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД. 60. - Свердловская область, г. Реж: ООО «Компания лазурь», 2004, 300 с.
329. РГАЭ, ф. 9086, оп. 1, ед. хр. 207, л. 150.
330. РГАЭ, ф. 9086, оп. 1, ед. хр. 207, л. 162.
331. Ж.д. станция "Белая Калитва", 1939, Россия, Ростовская область, Белокалитвинский район, Белая Калитва. Retro View of Mankind's Habitat [Электронный ресурс]. URL: <https://pastvu.com/p/1767959> (Дата обращения 14.10.2025).
332. Алентьева Г.Н. Наша история//Цветаые металлы, 2004, №9, с. 5-14.
333. Белая Калитва. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Белая_Калитва (Дата обращения 14.10.2025).
334. Белая Калитва. Памятник узникам фашистского концлагеря [Электронный ресурс]. URL: <https://fotokto.ru/photo/view/7390719.html> (Дата обращения 16.10.2025).
335. Путин похвалил Чубайса и Гайдара за решительность в приватизации 1990-х годов. Прав ли президент в такой оценке? КОИТ [Электронный ресурс]. URL: <https://cont.ws/@Ardjyna/1920193> (Дата обращения 16.10.2025).
336. 4 661 м² - 3 этаж. Аренда офисов в бизнес-центре Технопарк ЗИЛ. Технопарк ЗИЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://cont.ws/@Ardjyna/1920193> (Дата обращения 17.10.2025).
337. #2569111. РИА НОВОСТИ. МЕДИАБАНК [Электронный ресурс]. URL: <https://riamediabank.ru/media/2569111.html> (Дата обращения 17.10.2025).
338. Волгоградский тракторный завод, настоящее время. RU-BOARD. Компьютерный портал [Электронный ресурс]. URL: <https://forum.ru-board.com/topic.cgi?forum=29&bm=1&topic=9235&start=5680> (Дата обращения 17.10.2025).
339. Каменск-Уральский металлургический завод. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Каменск-Уральский_металлургический_завод (Дата обращения 17.10.2025).
340. Контрагент ООО "УК "АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОДУКТЫ". Audit-

- it.ru [Электронный ресурс]. URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1067761778809_ooo-uk-alyuminievye-produkty#related (Дата обращения 17.10.2025).
341. Алюминий Металлург Рус. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алюминий_Металлург_Рус (Дата обращения 17.10.2025).
342. Белокалитвинский меткомбинат нашел хозяина в США. Юг России 08.05.2004, 00:00. Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/472699> (Дата обращения 17.10.2025).
343. Самарский металлургический завод. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Самарский_металлургический_завод (Дата обращения 17.10.2025).
344. List of wars involving the United Kingdom. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wars_involving_the_United_Kingdom (Дата обращения 18.10.2025).
345. List of wars involving the United States in the 20th century. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wars_involving_the_United_States_in_the_20th_century (Дата обращения 18.10.2025).
346. List of wars involving the United States in the 21th century. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wars_involving_the_United_States_in_the_21st_century (Дата обращения 18.10.2025).
347. History of the British national debt. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_British_national_debt (Дата обращения 18.10.2025).
348. НАТО: история создания, участники и вооруженные силы. РИА НОВОСТИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20140404/1002475140.html> (Дата обращения 18.10.2025).
349. History of NATO. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_NATO (Дата обращения 18.10.2025).
350. М. Крюков 15 лет со дня августовского дефлота 1998-ого года.

ПРОЗА.ру [Электронный ресурс]. URL: <https://proza.ru/2013/08/16/983> (Дата обращения 19.10.2025).

351. "За ночь я превратился в должника". Известные бизнесмены о дефолте 1998 года. ТАСС [Электронный ресурс]. URL:

<https://tass.ru/ekonomika/660266> (Дата обращения 19.10.2025).

352. Августовский кризис двадцать лет спустя: как это было. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/W21vGYERVQСpYqwV> (Дата обращения 19.10.2025).

353. File:Ba-meeting-october-1998-pod-sud.jpg. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ba-meeting-october-1998-pod-sud.jpg> (Дата обращения 18.10.2025).

354. Количество санкций против России превысило 30 тысяч. РИА НОВОСТИ [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20250720/strany-2030232496.html> (Дата обращения 19.10.2025).

355. Санкции Запада против СССР. Досье. ТАСС [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20250720/strany-2030232496.html> (Дата обращения 19.10.2025).

356. История СССР - это на самом деле история санкционных войн. НОВЫЕ ИЗВЕСТИЯ [Электронный ресурс]. URL: <https://newizv.ru/news/2022-03-08/istoriya-sssr-eto-na-samom-dele-istoriya-sanktsionnyh-voyn-348176> (Дата обращения 19.10.2025).

357 ...А мы крепчаем. Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://newizv.ru/news/2022-03-08/istoriya-sssr-eto-na-samom-dele-istoriya-sanktsionnyh-voyn-348176> (Дата обращения 19.10.2025).

358. История антироссийских санкций: от Ивана Грозного до наших дней. Научно-исследовательский центр проблем национальной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://nic-pnb.ru/analytics/istoriya-antirossijskih-sanktsij-ot-ivana-groznogo-do-nashih-dnej/> (Дата обращения 19.10.2025).

359. СМК. Создавая новые материалы, конструируем будущее // Рекламный проспект, АО «СМК», 19 с.

360. Полуфабрикаты из алюминиевых и магниевых сплавов для высокотехнологичных отраслей промышленности // Рекламный проспект, ОАО «КУМЭ», 40 с.

361. Ценности, традиции, качество - проверенные временем // Рекламный проспект, АО «Алюминий металлург Рус», 6 с.

362. Улица Циолковского, 15 · Вишнёвая улица, 5. Покровское-Стрешнево, Москва 125362. Виталий Попов. 9 ноября 2016. 2gis.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://2gis.ru/moscow/geo/4504235282568434> (Дата обращения 26.10.2025).
363. Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Российский_государственный_технологический_университет_имени_К._Э._Циолковского (Дата обращения 26.10.2025).
364. Площадь Петровских ворот, 1956, Россия, Москва, ЦАО, Тверской район [Электронный ресурс]. URL: <https://rastvu.com/p/1405842> (Дата обращения 26.10.2025).
365. Музалевский Г.Г. Труды МАТИ, 1953, вып. 23, с. 3-6
366. Орден Трудового Красного Знамени. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Российский_государственный_технологический_университет_имени_К._Э._Циолковского (Дата обращения 26.10.2025).
367. Ту-4. Яндекс.Картинки [Электронный ресурс]. URL: https://hdpic.club/uploads/posts/2022-01/1643116216_23-hdpic-club-p-dalnii-bombardirovshchik-tu-4-foto-64.jpg (Дата обращения 26.10.2025).
368. Metals and Alloys: Slides. UNIVERSITY OF CAMBRIDGE [Электронный ресурс]. URL: https://hdpic.club/uploads/posts/2022-01/1643116216_23-hdpic-club-p-dalnii-bombardirovshchik-tu-4-foto-64.jpg (Дата обращения 28.10.2025).
369. Микроструктура сплава Д 16 (1116) а - литое состояние; б - после гомогенизации 480, 24 часа. Цветные сплавы. Цветные сплавы Примеси в меди Кислород - 0. Present5 [Электронный ресурс]. URL: <https://present5.com/cvetnye-splavy-primesi-v-medi-kislorod-0> (Дата обращения 28.10.2025).
370. Одна из авторитетных наград СССР. Сталинская премия. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Z8GndtL4ySc-zPFQ> (Дата обращения 26.10.2025).
371. Сталинская премия. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталинская_премия (Дата обращения 26.10.2025).

372. Сандлер, Соломон Миронович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сандлер,_Соломон_Миронович (Дата обращения 06.11.2025).
373. Соломон Миронович Сандлер. [cyclowiki.org](https://cyclowiki.org/wiki/Соломон_Миронович_Сандлер) [Электронный ресурс]. URL: https://cyclowiki.org/wiki/Соломон_Миронович_Сандлер (Дата обращения 06.11.2025).
374. Московский авиационный завод № 39. РУВИКИ [Электронный ресурс]. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Московский_авиационный_завод_№_39 (Дата обращения 08.11.2025).
375. «Авиастроение России в лицах». Энциклопедический словарь. — М.: МОО «Общество авиастроителей», ООО «РИГ «АЭРОСФЕРА», 2008, 684 с.
376. К 80-летию создания Наркомата авиационной промышленности СССР. РГАЭ [Электронный ресурс]. URL: <http://rgae.ru/novosti/k-80-letiyu-sozdaniya-narkomata-aviatsionnoi-promyshlennosti-sssr.shtml> (Дата обращения 08.11.2025).
377. Этот славный поступок для Родины сделал Сталин, а Николай II, даже не думал об этом благом деянии для России... ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/Z2hhPdнT5iPnDgog> (Дата обращения 09.11.2025).
378. 1957 год: «Спутниковый шок» и первая победа. ДЗЕН [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/aOT2IrpZelk8lAZ5> (Дата обращения 09.11.2025).
378. Федотьев. Павел Павлович. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Федотьев,_Павел_Павлович (Дата обращения 20.11.2025).
379. Днепровский алюминиевый завод. От рассвета до заката. [Электронный ресурс]. URL: <https://telega.ph/Dneprovskij-alyuminievj-zavod-Ot-rassveta-do-zakata-10-23> (Дата обращения 20.11.2025).
380. ПАВЕЛ СУХОЙ - АВИАКОНСТРУКТОР ИЗ ГЛУБОКОГО. 1PROF.BY [Электронный ресурс]. URL: <https://telega.ph/Dneprovskij-alyuminievj-zavod-Ot-rassveta-do-zakata-10-23> (Дата обращения 20.11.2025).
381. РГАЭ. Ф.8044. Оп.1. Д.2976. Лл.5, 7, 9, 21.
382. Raise Russia from its knees. Secrets of the Stalinist economy. TOP WAR [Электронный ресурс]. URL: <https://en.topwar.ru/155410-podnjat-s-kolen-rossiju-sekrety-stalinskoj-jekonomiki.html> (Дата обращения 21.11.2025).

383. Oops! Pinterest [Электронный ресурс]. URL:

<https://nz.pinterest.com/pin/345721708912847088> (Дата обращения 21.11.2025).

384. Уральский алюминиевый завод [Электронный ресурс]. URL: <https://выставкигасо.рф/page22509197.html> (Дата обращения 22.11.2025).

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Абрамов А.С. 176
 Акимов Г.В. 125
 Александров В. К. 276
 Алексеев В.К. 128
 Алексеев (Станиславский) К.С. 56
 Алексеев Н.Н. 24
 Алеутдинов А. 128
 Аносов А.П. 178
 Аношкин Н.Ф. 276
 Антонов О.К. 204
 Ануфриев А.П. 66
 Аристов В.М. 162
 Арсентьев 125
 Архангельский А.А. 78, 106, 155, 177
 Архиреев К.А. 24, 65
 Асташев 125

Б

Бабаджан И.С. 24, 74
 Базенков И.И. 176
 Байдуков Г.Ф. 109
 Байков А.А. 13, 14
 Баймаков Ю.В. 50
 Балакин И.А. 61, 69
 Баранов П.И. 124, 125
 Барбанель Р.И. 152, 221
 Бардышев 202
 Бартини Р.Л. 196, 197
 Беляев В.Н. 10
 Белов А.Ф. 120, 128, 135, 148, 167, 168, 220, 222, 223, 267, 281

Беляйкин С.М. 201
 Беляков А.В. 109
 Бобовников Н.Д. 237, 240, 245, 249
 Богданов 42
 Богданов П.А. 73
 Болотнов К.А. 59, 61, 69
 Бочвар А.А. 153, 158
 Бочвар А.М. 63
 Брилинг Н.Р. 78, 79
 Буталов В.А. 24, 32, 33, 42, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 227

В

Ван-дер-Беллен А.К. 26, 42
 Ванков С.Н. 68, 69, 71, 227
 Вашков Н.И. 24, 41
 Верецагин Н.С. 13
 Визирян Г.В. 235, 241, 242, 247, 250
 Вильм А. 49, 67
 Виштынецкий И.С. 147, 148, 168, 221, 281
 Водопьянов М.В. 103
 Воронин П.А. 201
 Воронов С.М. 47, 94, 95, 120, 121, 123, 132, 135, 153, 154, 157, 166, 167, 168, 171, 172, 220, 221, 226, 250, 277, 280
 Воронович А.Е. 24
 Ворошилов К.Е. 230
Г
 Гаврилов М.И. 128

- Гевелинг Н.В. 153, 158
 Глушков 25
 Годоваликов П.С. 281
 Головин И.Л. 283
 Головин П.Г. 99
 Головлев В.Е. 220
 Гординский А.И. 202
 Грацианский А.Н. 114
 Григорьев П.С. 25
 Громов М.М. 96, 97, 106, 109, 110
 Грум-Гржимайло В.Е. 12, 13, 14
 Гуревич М.И. 201
- Д**
 Данилин С.А. 110
 Данилович Н.А. 148
 Дейч И.А. 220, 221
 Дергунов И.Ф. 21
 Деречей Е.Г. 24, 25, 26, 42, 58, 63, 66, 95
 Десятников В.М. 225
 Домов И.Д. 148, 168, 237, 240, 281
 Друян С.С. 125
- Е**
 Енгибарян А.А. 176
 Ермолаев В.Г. 197
- Ж**
 Жуковский Н.Е. 78
 Журавлев В.И. 201
 Журавлев Ф.В. 168
 Журов Н.С. 106
- З**
 Заборов Н.П. 148, 149
 Зак Н.А. 201
 Засухин Д.Н. 25
- Захаров М.Г. 69
 Захаров С.А. 23
 Зеленко Е.И.
- И**
 Изаксон А.М. 176
 Ильин Г.П. 25
 Ильинский В.П. 15
 Ильюшин С.В. 177, 185, 186, 187
 Истомина П.С. 72
- К**
 Каганович М.М. 223, 228, 231, 241
 Калинин К.А. 111, 112, 114, 115, 117, 118
 Калмыков Н.А. 60, 61, 227
 Кантор В.А. 203
 Конторович М.М. 242
 Карельских Д.К. 78
 Кашан М. 162
 Кашеев Б.П. 202
 Квасов Ф.И. 19, 220, 222
 Кисилев А.А. 25, 26, 43
 Кистяковский В.А. 13, 16, 17
 Климов 70
 Колпаков 24
 Колпашников А.И. 278
 Константинов Л.Н. 276
 Конторщиков А.М. 149
 Корнеев Н.И. 162, 237, 240, 245
 Королев В.Д. 237, 240
 Костромин Н.И. 24, 26
 Красин Л.Б. 41
 Красненков И.С. 45
 Краснов К.В. 25
 Красноухов К.П. 26

- Крениг В.О. 125
 Крузе Л.Г. 99
 Кудрявский П.П. 26
 Кудрявцев П.П. 25
 Кузин А.С. 78, 79
 Кузнецов К.И. 128
- Л**
 Леваневский С.А. 103
 Левитский К.П. 19, 24, 26, 32, 56, 69, 72, 74
 Лещенко С.М. 176, 223, 236, 237
 Лисунов Б.П. 201, 202
 Ливанов В.А. 172, 249, 267, 282
 Ломако П.Ф. 246
 Лукьянов М.Ф. 24, 66
 Лысенко Н.В. 80, 202
 Ляпидевский А.В. 98
- М**
 Мальков Д.П. 128
 Марков С.В. 147, 220
 Меллер Ю.А. 77
 Мешков И.И. 128
 Микулин А.А. 78
 Минкнер К.В. 176
 Миронов С.С. 56, 72, 73, 126
 Михайлов И.И. 61
 Михайлов Н.И. 66
 Могилевский И.В. 63
 Молодчий А.И. 198
 Молотов В.М. 181
 Москаленко Н.Д. 241
 Мосолов И.П. 202
 Мостовой М.А. 202
 Музалевский Г.Г. 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 24, 2, 32, 33, 37, 42, 44, 45, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 69, 71, 72, 73, 75, 76, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 149, 150, 151, 152, 154, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 212, 214, 216, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 234, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 250, 251, 253, 256, 259, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 286, 287
 Музалевский Г.П. 8
 Музалевская Н.П. 8
 Музалевский О.Г. 278
 Мухин А.И. 241
 Мясищев В.М. 201, 202
- Н**
 Назаров А.И. 248, 249, 273, 274
 Немцов И.М. 61, 64, 76, 85, 87, 88, 89, 90
 Номофилов С.И. 168, 221, 222
 Носков С.И. 128
- О**
 Озеров Г.А. 83, 86, 88
 Орджоникидзе Г.К. 124, 127, 160, 161, 163, 234
 Орлов П.Е. 147
 Оцесимский В.Г. 221
 Оцесимский Г.А. 241
- П**
 Павлов 125

- Павлов И.М. 269
 Павлов М.А. 13, 15, 16
 Передельский К.В. 61
 Петляков В.М. 78, 80, 106, 176, 177, 179, 180
 Петров 125
 Петров Д.А. 159, 168, 221, 269
 Петров Н.И. 79
 Петров Н.И. 176
 Петров С.М. 85, 90, 120, 125, 128
 Погодин С.А. 158
 Погосский Е.И. 106
 Погосский И.И. 80
 Подсеченов А.В. 168, 241
 Поликарпов Н.Н. 76, 87, 169, 170
 Попов П.Е. 276
 Привалов П.Г. 150
 Путилов А.И. 176
- Р**
 Равич В.Н. 125
 Радзевич Е.В. 97
 Рачицкий 202
 Рогов К.В. 176
 Розанов Б.М. 25
 Розанова В.С. 221, 222
 Рольщиков Б.П. 149
 Ростовщиков А.В. 50
 Руквавишников 24, 42
 Румянцев Б.Ф. 148, 168, 220, 281
 Рысев И.С. 219
 Рябцев Г.Я. 221
- С**
 Сандлер С.М. 148, 168, 220, 279, 280
 Саукке Б.А. 106
- Селиваненко А.Т. 24
 Сеньков А.А. 201, 202
 Семенов М.П. 148, 168, 221
 Серебряков А.П. 66
 Сидорин И.И. 52, 53, 54, 55, 56, 75, 86, 88, 89, 125, 160, 187, 225, 226
 Сидоров И.А. 237, 240
 Скобельщиков В. 12
 Спирын И.Т. 109
 Сталин И.В. 103, 124, 173, 216, 222, 230
 Старостин С.П. 128
 Степанов Н.А. 23, 26, 41
 Стечкин Б.С. 78
 Стоман Е.К. 176
 Сухой П.О. 100, 192, 193
 Сухорезов И.Ф. 61, 69
 Сучков Д.И. 25, 43, 56, 62, 64, 65, 74
- Т**
 Теняева А.А. 126, 127
 Толстых И.П. 201, 202
 Туполев А.Н. 44, 51, 52, 56, 72, 77, 78, 82, 83, 86, 88, 89, 96, 99, 100, 106, 110, 111, 155, 165, 174, 179, 182, 187, 225, 226, 227, 279, 283
- У**
 Уланов М.П. 24, 66
 Уразов Г.Г. 158
 Ушаков А.В. 24, 26, 3, 41, 64, 66
- Ф**
 Фарих Ф.Б. 98
 Федотьев П.П. 13, 14, 15

Филин А.И. 109

фон Шулленберг Ф. 248, 249

Фридляндер И.Н. 171, 172, 194,
197

Фуфаев Д.В. 97

Ч

Черевичный И.И. 103

Читаев А.В. 147, 221

Черчилль У. 181

Чкалов В.П. 109

Чудаков Е.А. 78

Ш

Шавров В.А. 194

Шандров А.М. 125

Шапошников В.А. 168, 221, 222

Шафот Ф.М. 125, 128

Шахурин А.И. 253

Швецов А.Д. 204

Шекунов Е.П. 176

Шестаков С.А. 97

Х

Хабаров Н.Д. 168, 221, 237, 240

Хавенсон 69

Харинский А.П. 50

Холл Ч. 15

Худынцев А.З. 64, 65

Х

Цабель А.К. 24, 42, 43

Худынцев А.З. 26

Э

Эру П. 15

Ю

Юдин Д. 241

Юмашев А.Б. 10, 110

Юнкерс Х. 51

Я

Ярднин А.М. 202

Яковлев А.С. 177, 236

ОБ АВТОРЕ И О ТОМ, КАК РОДИЛАСЬ ЭТА КНИГА



Год моего рождения - 1958. Потомственный металлург. Дед - д.т.н., проф. Корнеев Николай Иванович. Отец - д.т.н., проф. Бондарев Борис Иванович.

В 1980 году окончил Московский авиационный технологический институт им. К.Э. Циолковского по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов», чл.-корр. Академии медико-технических наук, кандидат технических наук, доцент.

Есть второе высшее образование по специальности «Бухгалтерский учет, анализ и контроль внешнеэкономической деятельности».

В 1980-е годы работал во Всесоюзном институте легких сплавов (ВИЛС), Институте металлургии им. А.А. Байкова (ИМЕТ) АН СССР. С 1991 года, руководил частными металлургическими предприятиями.



Николай Иванович Корнеев (фото из архива А.Б. Бондарева).

С 1982 по 2025 год преподавал последовательно в МАТИ им. К.Э. Циолковского, МАТИ - Российском государственном технологическом университете имени К.Э. Циолковского - Московском авиационном институте (МАИ).

Основные работы - научные исследования и практическое применение в части процессов окисляемости твердых и жидких магния и сплавов на его основе, получения и обработки быстрозакристаллизованных порошковых и гранулируемых сплавов на основе алюминия, титана и никеля, разработки металлургического оборудования для реализации вышеперечисленных процессов.

В области металлургических процессов значимыми работами являются: расширение применения сплавов из никелида титана (нитинола), разработка технологий для их получения, включая термомеханическую и электродеформационную обработку полуфабрикатов. Достижения в области производства микропровода из никелида титана (нитинола) и высокопрочных титановых сплавов.

Отдельным направлением научной деятельности стали работы в области

применения современных экономических инструментов в сфере страхования финансовых рисков для металлургических предприятий в условиях рыночной экономики, итогом которых стал выпуск монографии: А.Б. Бондарев Прогнозирование биржевых сделок предприятий - М., Экономика и финансы, 1999.

В книге впервые была показана возможность использования нейронных сетей для финансовых прогнозов на биржевых рынках.

Автор более 120 научных работ и 30 авторских свидетельств и патентов на изобретения и полезные модели, награжден медалями Российской Федерации, Федерации космонавтики России, ВДНХ СССР.

О том, как родилась эта книга. В июне 1991 года я занимался вместе с Александром Ильичем Эрлихом созданием Московской биржи цветных металлов. Наша встречи часто происходили в кабинете Бориса Ивановича Бондарева, бывшего в то время, генеральным директором ОАО «ВИЛС». Однажды, придя к Борису Ивановичу ранее назначенного времени, я увидел у него Федора Ивановича Квасова. К этому времени Федор Иванович был не только заслуженным металлургом, но и историком металлургии, кандидатом исторических наук, написавшим две книги «История металлургии легких сплавов в СССР», книгу «Алюминиевые сплавы типа дюралюмин» совместно с И.Н. Фридляндером и значительное количество статей по металлургической исторической тематике. В данный момент они обсуждали книгу об Александре Федоровиче Белове, которую Квасов начал готовить весной этого года.

Спросил: «Не помешаю ли их беседе?». Они ответили: «Не помешаю».

Борис Иванович представил меня Квасову, кратко рассказал обо мне, сообщив Федору Ивановичу, что я

после школы хотел быть историком, но стал, благодаря его уговорам, металлургом. Слово за слово, и Федор Иванович пригласил меня к себе на рабочее место пообщаться. После встречи у Бориса Ивановича с Александром Ильичем Эрлихом я заглянул у Федору Ивановичу.



Слева направо. Борис Иванович Бондарев, Федор Иванович Квасов, Александр Ильич Эрлих (фото из архива А.Б. Бондарева).

Мы продолжили с ним беседу, начатую у Бориса Ивановича. У него возник вопрос о моих интересах, чем сегодня занимаюсь, что люблю читать. Проговорили долго. Рассказал Федору Ивановичу, что детские мечты меня не отпускают. В свободное время продолжаю читать книги и публикации на различные исторические темы. Знаком и с его двумя книгами «История металлургии легких сплавов в СССР». Очень интересно было их читать. Но сказал, что есть, по моему мнению, у них и недостаток: мало уделено внимания конкретным людьми и местам, где они работали, как и что делали. В ответ Федор Иванович сказал мне, что материала для книг было собрано гораздо больше, но объем их использования был ограничен издательством. Кроме того, все книги проходили цензуру, которая часто не приветствовала привязку тех или иных событий, специалистов к конкретным предприятиям.

Первой книгой же о конкретных исторических личностях-металлургах, которую он планировал выпустить в свет, должна была стать книга о многолетнем



1995 год. Федор Иванович Квасов на своем рабочем месте в ВИЛСе (фото из архива А.Б. Бондарева).

«Александр Федорович Белов. 1906-1991» Федор Иванович выпустил в 1995 году, а издавал эту книгу ВИЛС.

Тогда же Федор Иванович позвонил мне и предложил встретиться. Сказал, что ему 79 лет, одолевают разные болезни. Нет возможности продолжать писательскую деятельность, а материалов о других исторических личностях - отечественных металлургах накопилось много.

Одним из таких металлургов был Георгий Григорьевич Музалевский. Имеющиеся материалы о нем Федор Иванович передал мне тогда же, попросив

директоре ВИАМ Алексее Тихоновиче Туманове. Ее публикация в издательстве «Наука» осуществилась в следующем 1992-м году.

Следующую книгу Федор Иванович планировал написать о своем соратнике Александре Федоровиче Белове. И уже начал работать с архивом Александра Федоровича. Книгу

меня твердо пообещать ему, что когда-то в будущем я дополню их и напишу книгу Георгии Григорьевиче.

Пообещать-то пообещал, и сам себе тогда удивился. Научно-технические статьи и заявки на получение авторских свидетельств - обычная практика. Начал писать книгу о биржевых операциях применительно к практике действующих металлургических предприятий. В итоге «Прогнозирование биржевых сделок предприятий» увидела свет в 1999 году. Она подвела итоги моей деятельности в экономическом направлении.

Потом наступил длительный производственный период. А в 2017 году встреча с Александром Ильичем Эрлихом стала событием, изменившим мою жизнь - мы начали писать с ним книгу «История металлургии легких сплавов России. Люди. Заводы. Книга 1». В 2020 году она была опубликована. В книге освещены основные этапы развития металлургии легких сплавов России, о создателях новой отрасли металлургии в России, об условиях работы и жизни ученых - металлургов, авиаконструкторов, организаторов производства, прямо причастных к описываемым событиям, рабочих и служащих с дореволюционных времен до 1942 года.

После ухода из жизни моего отца Бориса Ивановича Бондарева к годовщине этого печального события я написал книгу о его жизни. Так родилась серия книг «Металлург и ученый». После этой книги надо было бы сдержать обещание, данное мной в 1995 году Федору Ивановичу Квасову.

Однако, наша жизнь часто бывает мало предсказуемой. В 2017 году я собирался начать писать книгу об истории Всесоюзного института легких сплавов. Неспешно собирал необходимые материалы. Потом эта работа изрядно замедлилась из-за появления планов написать «История металлургии легких сплавов России. Люди. Заводы. Книга 2» о дальнейшем развитии авиационной металлургии легких сплавов.

Узнав об этом ветераны ВИАСа, делившиеся своими воспоминаниями о создании и работе института, попросили меня ускорить работу над книгой именно о ВИАСе. Я не мог им отказать - всех я знал детства. Они были как родные люди. С кем-то жили в одном доме, в одном подъезде. С кем-то познакомился лет с пяти на майских демонстрациях, куда меня часто брал с собой отец. С кем-то работал после окончания института в ВИАСе. Книга о ВИАСе увидела свет в 2024 году, став Книгой 3 «Истории металлургии легких сплавов России».

Так вышло, что начать сдерживать свое обещание, данное Федору Ивановичу Квасову я смог только через 29 лет. И через год книга о Георгии Григорьевиче Музалевском выходит в свет. Материалы, переданные мне Ф.И. Квасовым, использованы здесь в максимальном объеме. Там, где они приводятся в тексте везде дана ссылка, что они им собраны и подготовлены. Сегодня эти данные имеют особую ценность, так как только у Федора Ивановича сохранились воспоминания и сведения, собранные им среди известных металлургов, его современников, коллег, и часть из них невозможно найти в каких-либо архивах.