

# ВЕСТНИК ИНЖЕНЕРОВ и ТЕХНИКОВ

1 9  4 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВЦСПС — ПРОФИЗДАТ  
МОСКВА

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                          | <i>Стр.</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Академик Е. А. Чудаков.—К новым творческим успехам . . . . .                                                                             | 201         |
| Д-р техн. наук М. С. Шкроб.—Научно-технические проблемы водообработки на электростанциях и в промышленных котельных установках . . . . . | 204         |
| Канд. техн. наук А. В. Нетушил.—Расчет сопротивлений между электродами при электропрогреве бетона и железобетона . . . . .               | 208         |
| Инж. П. С. Келтунов.—Просвечивание промышленных изделий $\gamma$ -лучами радия . . . . .                                                 | 214         |
| Канд. техн. наук, доц. В. Я. Белецкий.—Некоторые задачи синтеза кривошипно-шатунного механизма . . . . .                                 | 220         |
| Инж. Г. К. Швыряев.—Пористое хромирование поршневых колец . . . .                                                                        | 225         |

## Хроника научных инженерно-технических обществ

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| В Обществе машиностроителей . . . . .                       | 230 |
| В Горном обществе . . . . .                                 | 231 |
| В Обществе теплоснабжения, отопления и вентиляции . . . . . | 231 |
| В Обществе водников . . . . .                               | 231 |
| В Обществе бумажников . . . . .                             | 232 |
| В Обществе сельского хозяйства . . . . .                    | 232 |
| В Обществе цветной металлургии . . . . .                    | 232 |
| В Обществе нефтяников . . . . .                             | 233 |
| В Обществе радиотехники и связи им. А. С. Попова . . . . .  | 233 |

## Критика и библиография

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Канд. физ.-математич. наук Г. И. Егудин. — К вопросу о статистическом контроле в промышленном производстве . . . . . | 234 |
| Аннотации трудов Общества кожевников . . . . .                                                                       | 238 |

*Редакционная коллегия: проф. В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, инж. В. П. ЛЕБЕДЕВ, акад. В. Л. ПОЗДЮНИН, член-корр. АН СССР Н. С. СТРЕЛЕЦКИЙ, член-корр. АН СССР А. Б. ЧЕРНЫШЕВ.*

**А Д Р Е С   Р Е Д А К Ц И И: Москва, Проезд Владимирова, 6. Тел. И 4-88-65**

# В Е С Т Н И К И Н Ж Е Н Е Р О В Т Е Х Н И К О В

« ENGINEERS AND TECHNICIANS BULLETIN »

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОРГАН ВСНТО

« BULLETIN DES INGENIEURS ET DES TECHNICIENS »

ОСНОВАН В 1915 г. ПОЛИТЕХНИЧЕСКИМ ОБЩЕСТВОМ в МОСКВЕ и ОБЩЕСТВОМ ТЕХНОЛОГОВ в ЛЕНИНГРАДЕ

№ 6 1947 г.

И ю н ь

## К новым творческим успехам

Академик Е. А. ЧУДАКОВ

(Председатель Всесоюзного совета научных инженерно-технических обществ)

Послевоенная сталинская пятилетка поставила перед инженерами Советского Союза задачи огромной важности. В течение пяти лет нашей промышленности предстоит не только достигнуть, но во всех своих отраслях значительно превзойти предвоенный уровень. Развитие промышленности не должно идти по пути механического восстановления старой техники с увеличением лишь объема производства. Необходимо максимальное внедрение новой техники, создание новых, более совершенных машин, новых, более эффективных технологических процессов.

Смотр работ, представленных на соискание премии имени товарища И. В. Сталина за 1946 г. в области науки и коренных усовершенствований методов производства, еще раз продемонстрировал огромные успехи, достигнутые у нас за первый год послевоенной пятилетки в области как теоретических, так и прикладных знаний.

В Комитет по Сталинским премиям поступило много работ по техническим наукам и, особенно много по изобретениям и коренным усовершенствованиям производства.

Труды в области технических наук носили весьма разнообразный характер — от глубоко теоретических до имеющих непосредственное практическое приложение. Из многих десятков представленных научных работ Сталинской премии были удостоены пять.

В труде акад. Н. И. Мухелишвили «Сингулярные интегральные уравнения» создана теория интегральных уравнений, имеющих большое практическое значение. Этим значительно облегчается применение сингулярных интегральных уравнений для решения ряда практически важных задач в разных областях техники, в частности, в области теории упругости.

В работе проф. Я. Б. Фридмана «Технические свойства металлов» и «Деформация и разрушение металла при статических и ударных нагрузках» автор на основании своих многолетних экспериментов, а также экспериментов других исследователей, раскрывает действительную картину явлений, происходящих при нагружении металла. В частности, он дает обоснование изменения механических качеств металла при статической и динамической нагрузках, что особенно важно в связи с все воз-

растающей ролью динамической нагрузки в современных быстроходных машинах. В работе изложены такие важные для практики вопросы, как теория усталости металлов, оценка чувствительности к надрезу, теория жаростойкости и т. д.

Удостоен Сталинской премии капитальный труд «Металлургия чугуна» одного из лучших авторитетов по данному вопросу акад. М. А. Павлова.

Этой работой, состоящей из трех частей — сырые материалы, доменная печь и доменный процесс, — восполняется существенный пробел, имеющийся в учебной и технической литературе. Рассмотрен ряд новых вопросов, ранее совсем не освещавшихся в учебниках, например составление материального и теплового баланса доменного процесса, а также применение этих данных для решения ряда теоретических и практических задач доменной плавки.

Профессор А. И. Целиков в своих работах «Прокатные станы» и «Механизмы прокатных станов» дал новые, более совершенные методы расчета. Применявшиеся до последнего времени расчеты прокатных станов были весьма примитивными, физически не обоснованными. Это вызывало необходимость при расчете станов повышать запас прочности, снижать допустимые скорости. Замечательным является то, что в основу расчета А. И. Целиков положил теорию деформирования металла в процессе его прокатки. Это дало возможность определить с большой точностью все расчетные силы. На основании данной работы может быть создана конструкция механизмов с наиболее рациональным использованием металла. Поэтому труд А. И. Целикова имеет большое значение с точки зрения не только конструирования, но и эксплуатации прокатных станов.

В «Механизмах прокатных станов» проф. А. И. Целиков впервые дал методы определения мощности и характеристики электропривода для различных условий работы механизмов прокатного оборудования, а также методы расчета ножниц, пил, правильных машин.

Весьма большой научный и практический интерес представляет работа члена-корреспондента АН СССР Н. Н. Качалова, в которой обобщены результаты многолетних теоретических и экспериментальных

исследований автора по вопросам шлифовки и полировки стекла. При помощи ряда предложений Н. Н. Качалова можно значительно (в 2—2,5 раза) ускорить процесс шлифовки стекла, получая поверхность отличного качества.

Особенно много поступило работ по изобретениям и коренным усовершенствованиям производства во всех областях техники.

Особенностью работ 1946 года является значительное (по сравнению с прошлыми годами) усиление вопросов технологии в разных отраслях производства. Улучшение рабочего процесса и сокращение требуемой рабочей силы является здесь основной целью.

Сталинской премии удостоены несколько трудов по технологии обработки металла.

Группа технологов во главе с т. Демьянюк Ф. С., работающая на автомобильном заводе имени И. В. Сталина, добилась исключительно хороших результатов по совершенствованию технологии обработки (как холодной, так и тепловой) деталей автомобиля. Путем создания новых малоагрегатных полуавтоматов, специальных приспособлений, штампов и т. д. инженерам удалось в исключительно короткий срок освоить производство нового автомобиля ЗИС-110.

Если в предыдущие годы наиболее характерным для работ в области технологии машиностроения, представленных на соискание Сталинской премии, являлось внедрение и улучшение поточного метода производства, то в 1946 г. большинство работ затрагивает уже следующий этап развития — автоматизацию целой группы производственных процессов.

Двумя коллективами конструкторов и технологов, возглавляемыми тт. Лебедевым В. П. и Эрпшер Ю. В., разработаны конструкции и осуществлены автоматические линии (имеющие до нескольких десятков агрегатных станков) по механической обработке ряда ответственных деталей автомобилей и тракторов (блок, головка). В результате удалось, во-первых, сократить число рабочих в 9—10 раз, а, во-вторых, значительно уменьшить производственную площадь. Автоматические линии на заводах полностью освоены и являются самым передовым методом механической обработки сложных деталей машин. Это направление в развитии технологии машиностроения надо всемерно усиливать.

Значительное число представленных работ касалось совершенствования техники горных работ, добычи нефти и газа.

Сталинской премии удостоилась группа работников по строительству Московского метрополитена во главе с т. Самодуровым. Авторами внесены коренные усовершенствования в конструкцию щитов и в методы щитовых работ, что увеличило механизированную погрузку породы до 87% от общего объема и повысило скорость проходки тоннелей в 2,5 раза по сравнению с обычными щитами.

В результате комплексной механизации работ удалось резко сократить весь цикл и получать готовый тоннель в расстоянии 150 метров от забоя. Этот опыт безусловно должен быть использован в других пунктах Советского Союза при строительстве как метрополитена, так и вообще тоннелей.

Для улучшения и облегчения работ в шахтах предложен ряд новых машин и приспособлений. Некоторые из них удостоены Сталинской премии. Группой

работников во главе с т. Берон А. П. и Кузнецовым В. А. разработаны и внедрены в жизнь новые конструкции шахтных подъемных машин с диаметром барабана 7,5—10 метров при глубине шахт до 2 километров. Быстрое изготовление этих подъемников оказало очень большую помощь нашей угольной промышленности, в частности, при восстановлении шахт Донбасса.

Тов. Самойлюк Н. Д. и др. предложили усовершенствованную конструкцию скребковых транспортеров, обладающих очень высокой производительностью и допускающих искривление пути транспортировки. Последнее качество машины обеспечивает во всех случаях возможность непрерывной передачи груза на большие расстояния. Эти скребковые транспортеры получили широкое применение при угледобыче, вытесняя машины прежних конструкций.

Группа инженеров во главе с т. Звягиным П. З. разработала и внедрила в практику новый шахтный способ добычи нефти. Он заключается в том, что нефть (при помощи устройства шахт) собирается сначала на некоторой глубине, а затем уже откачивается на поверхность. При коллекторах, плохо отдающих нефть, такой метод гораздо эффективнее, чем применяющийся обычно способ буровых скважин.

Кроме того, при помощи буровых скважин из коллектора отбирается лишь малая доля заключенной в нем нефти. Поэтому, по нашему мнению, шахтный способ имеет большую перспективу как вторичный метод получения нефти там, где ее добыча при помощи буровых скважин уже прекратилась.

Тов. Иоаннесян Р. А. и др. разработали и внедрили метод направленного бурения нефтяных скважин при помощи турбобура. Искривление скважины достигается при помощи наклонного расположения бурового инструмента в своей направляющей. Особым достижением изобретателей является то, что они получили непрерывный и устойчивый процесс бурения, допускающий возможность регулировать степень искривления скважины при помощи изменения скорости вращения инструмента. Такой способ дает возможность пробурить из одного места несколько скважин, действующих на большой площади, или бурить с места, расположенного на достаточно большом расстоянии от нефтяного коллектора. В ряде случаев это имеет очень большое экономическое значение (сосредоточие энергетического хозяйства, бурение с берега моря, неудобный грунт над коллектором и т. д.).

Крупное народнохозяйственное значение имеет работа группы товарищей во главе с Бернштейн М. Н., по открытию и весьма быстрому освоению газового месторождения в одном из северных районов Союза. Климат и тяжелые условия грунта поставили перед работниками сложные задачи, которые были удачно ими разрешены (использование одной скважины для нескольких пластов; применение подвесных газопроводов, новая конструкция головок скважин и др.).

Широко представлена автоматизация различных производственных процессов. Помимо указанных выше работ по автоматическим линиям группой работников во главе с г. Вознесенским И. Н. предложена система автоматического регулирования паровых котлов. Эта система, не только облегчающая работу обслуживающего персонала, но и повышаю-

шая к. п. д. котельных агрегатов (примерно на 2%), уже внедрена на ряде центральных тепловых электрических станций.

Тов. Коштыл Ю. Ф. и др. разработали и внедрили в жизнь приборы для автоматического управления мартеновским и доменным процессами. Помимо облегчения труда обслуживающего персонала, получена экономия топлива, достигающая 9%.

К этой же серии трудов относится разработанная т. Синайским М. М. и др. автоматическая система управления затворами гидротехнических узлов Волгостроя.

К группе работ, имеющих своей целью совершенствование технологического процесса и экономию рабочей силы, следует отнести предложения стахановцев производства. Как и в предыдущие годы, в Комитет поступило много таких работ. Из них были отобраны лишь те, которые содержали крупные рационализаторские предложения и получили уже достаточно широкое распространение.

Тов. Волкова М. М., ткачиха Ореховского хлопчатобумажного комбината, с группой своих товарищей удостоена Сталинской премии за выдающиеся успехи при многостаночном обслуживании. Число станков, обслуживаемых одной ткачихой, эта группа довела с 6 в 1943 г. до 16 в 1946 г. Выработка на одного человека увеличилась примерно в 3 раза. Свыше 6 000 бригад перестроили свою работу по методу т. Волковой М. М.

За применение новых приемов, обеспечивающих высокую производительность труда при подземных выработках Сталинской премией награждены тт. Запорожец Г. И., Минзарипов Н. и Проничкин И. П.

Большое число работ было представлено по конструированию и изготовлению новых машин и приборов.

Осуществление автоматических линий для обработки деталей автомобилей и тракторов, а также упомянутые работы по автоматизации различных процессов, включают в себя создание новых машин (специальные агрегатные станки) и приборов. Кроме того, еще несколько таких работ были отмечены Сталинской премией.

Группой конструкторов Горьковского автозавода им. В. М. Молотова во главе с т. Липгарт А. А. был сконструирован новый грузовой автомобиль ГАЗ-51 грузоподъемностью 2,5 тонны. Путем конструктивных усовершенствований (запрессовка антикоррозийных гильз, усовершенствование поршневых колец и вкладышей подшипников, применение резиновых втулок для рессор и т. д.) удалось при относительно небольшом увеличении мертвого веса автомобиля (по сравнению с предыдущей моделью ГАЗ-АА — 1,5 тонны) не только поднять его грузоподъемность до 2,5 тонны, но, как показало испытание, и увеличить в 1,5—2 раза межремонтный пробег. Автомобиль ГАЗ-51 обладает очень хорошей экономичностью по расходу бензина (24—25 литров на 100 километров).

Сталинской премией удостоена группа работников Коломенского паровозостроительного завода, под руководством Л. С. Лебединского сконструировавшая паровоз «1-5-0». Новый паровоз по своим тяговым, теплотехническим и динамическим качествам превосходит существующие паровозы того же типа. Благодаря повышению мощности до 2 200 лошадиных сил он имеет большую скорость и может перевозить

состав на 10% больший по сравнению с паровозами того же типа. Вследствие высокого перегрева пара он обладает большой экономичностью. В результате хорошей уравновешенности может работать на железных дорогах с рельсами III-а и песчаным балластом.

Тов. Евзлиным В. Н. и др. разработаны асинхронные двигатели, обладающие по сравнению с прежними типами более высоким к. п. д., большей способностью к перегрузке и большей надежностью в работе. При производстве этих двигателей применены новые способы штамповки листов статора и ротора, сварки статоров, заливки роторов алюминием под давлением и т. д. Все это обеспечило значительную экономию рабочей силы и повышение качества электродвигателей.

Тов. Хрушевым М. М. и др. разработан новый прибор для испытания металла на микротвердость. Прибор дает возможность измерить твердость отдельных кристаллов металла, что открывает исключительно большие перспективы для глубокого изучения действительных механических качеств металла и происходящих в нем процессов при обработке, трении и износе. По своей конструкции и простоте пользования прибор значительно превосходит другие аналогичные аппараты.

Тов. Кудрявцевым И. В. и др. создана весьма простая машина для статических испытаний металла на прочность. По простоте конструкции, компактности и простоте настройки она значительно превосходит прочие испытательные машины (пресс Гагарина, пресс Амслера). Новая машина позволяет определять следующие механические качества металла: предел упругости, предел пропорциональности, предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение и относительное сжатие.

Тов. Галасовым П. Н. и др. разработана конструкция и технология производства высокопроизводительной таромоечной машины. Производительность ее достигает 5 300 бутылок в час. Применение таких и аналогичных машин способствует значительному сокращению потребной рабочей силы.

К сожалению, сравнительно мало было представлено трудов по строительной технике. В этой отрасли Сталинской премии удостоена работа т. Богомолова Г. В. и Ржаницына Б. А. по внедрению в строительство способа искусственного закрепления водонасыщенных песчаных грунтов. При помощи пропитки грунта специальным раствором достигается создание массива грунта, обладающего временным сопротивлением на сжатие 30—60 кг/см<sup>2</sup>. Одновременно грунт получается водонепроницаемым и устойчивым по отношению к агрессивной среде.

Приведенный перечень дает лишь представление о характере и направленности весьма большого числа работ, рассмотренных Комитетом. Целый ряд исключительно ценных работ был отложен для дальнейшего их завершения и внедрения в жизнь. При детальном рассмотрении представленных работ выяснилось, что практическая реализация многих из них осуществляется все еще весьма медленно. Вот куда следует обратить внимание нашим инженерным кадрам. В первую очередь этим вопросом — вопросом внедрения в практику новейших достижений науки и техники — должны заняться все члены научных инженерно-технических обществ. Эту задачу ВСНИТО ставит как основную перед всеми своими членами.

# Научно-технические проблемы водообработки на электростанциях и в промышленных котельных установках

Д-р техн. наук М. С. ШКРОБ

(Председатель секции водоподготовки МОНИТОЭ)

Предусмотренное планом четвертого пятилетия широкое внедрение пара высоких параметров на крупных электростанциях, а также массовое применение водотрубных экранированных котлов малой мощности в промышленных котельных установках низкого давления, выдвигают перед советскими химиками, водниками и теплотехниками ряд важнейших народнохозяйственных задач.

К таким задачам относятся:

1) широкое развертывание комплекса научно-исследовательских работ в области химических способов очистки воды, внутрикотловых физико-химических процессов при высоких температурах и давлениях и новейших методов химконтроля;

2) разработка и внедрение эффективных и экономичных методов борьбы с накипью, коррозией и загрязнением пара в мощных экранированных котлах высокого давления и в промышленных котлах малой мощности и низкого давления;

3) освоение серийного производства современных типов компактной и коррозионностойкой водоочистительной аппаратуры, снабженной устройствами автоматического или полуавтоматического регулирования;

4) освоение производства высокочистых, жестких и дешевых органических катионитовых и анионитовых материалов, а также различных реагентов, необходимых для очистки воды;

5) разработка и внедрение прецизионных методов химконтроля и освоение серийного производства новых типов приборов для автоматического контроля качества воды, пара и накипи;

6) подготовка инженеров и техников энергетиков и повышение уровня знания теплотехников-эксплуатационников и конструкторов-котельщиков в области водообработки и внутрикотловых процессов.

В статье дается характеристика современного состояния водной проблемы в СССР и за границей и намечены важнейшие практические мероприятия по внедрению новой техники водообработки на электростанциях и в промышленных котельных установках в четвертом пятилетии.

## Борьба с накипью, коррозией и загрязнением пара на электростанциях высокого давления

Многолетний опыт работы отечественных и зарубежных электростанций высокого давления показал, какое огромное значение для надежной и экономичной эксплуатации паросилового оборудования имеют качество питательной воды и рационально организованный режим котловой воды.

В результате недооценки теплоэнергетиками в начальный период освоения пара высокого давления

важности водной проблемы на американских и германских электростанциях высокого давления наблюдались массовые аварийные повреждения экранированных и кипяtilых труб из-за накипи и коррозии, а также интенсивный занос лопаток турбин натровыми солями и кремнекислыми отложениями.

Вопросами упорядочения водного режима и ликвидации конструктивных дефектов котлов высокого давления в течение последнего десятилетия занимались многие ученые, экспериментаторы и конструкторы. Полученные ими успешные результаты обусловили значительный технический прогресс в этой, ранее отстававшей, области. В частности, удалось разрешить проблему надежного питания беспепараторного прямоточного котла, как известно, наиболее капризного по отношению к качеству воды. Советские прямоточные котлы работают на так называемом «конденсатно-накипном» режиме питания, комбинируемом с периодическими водными и кислотными промывками трубной системы.

Однако наши институты должны продолжить исследования по дальнейшему усовершенствованию водного режима этих котлов и постараться отказаться от кислотных промывок. Одновременно следует развернуть широкий комплекс исследований оптимального водного режима сепараторных прямоточных котлов, допускающих питание их с добавкой химически очищенной воды.

Не получила еще необходимого развития разработка проблемы организации рационального водного режима барабанных котлов высокого давления с естественной циркуляцией. Многие вопросы, связанные с теорией внутрикотловых физико-химических процессов накипобразования, коррозии и уноса, остаются пока невыясненными из-за недостаточного объема проведенных исследований.

Как известно, для предотвращения опасных солеотложений на лопатках турбин необходимо, чтобы в насыщенном паре высокого давления содержалось не более 0,3 — 0,5 мг/кг солей и не более 0,1 мг/кг  $\text{SiO}_2$ . В настоящее время ИОНХ Академии наук СССР, ЦКТИ и ВТИ проводят лабораторные и стендовые исследования для выявления механизма уноса солей, а также проверки эффективности различных сепарационных схем и устройств ступенчатого испарения. Для очистки лопаток турбин от трудно растворимых силикатных отложений должны быть разработаны и внедрены надежные методы щелочной промывки турбин.

Важное практическое значение имеют следующие вопросы: 1) всестороннее исследование физико-химических процессов образования накипи и шлама при высоких давлениях и температурах и 2) выяв-

ление причин, обуславливающих исчезновение в котловой воде щелочи и легко растворимых натровых солей, выражающееся в периодическом отложении этих солей на горизонтальных и слабо наклоненных высоко-теплонапряженных экранных трубах.

Для борьбы с этими явлениями необходимо, в первую очередь, проверить в эксплуатационных условиях эффективность предложенного Холлом (США) калиевого режима котловой воды.

Необходимо подчеркнуть, что в деле предотвращения накипеотложений и щелочной коррозии в котлах решающее значение имеет правильное конструирование котельных агрегатов. Многочисленными исследованиями установлена тесная взаимосвязь гидродинамических и тепловых режимов работы котлов с протекающими в них внутрикотловыми физико-химическими процессами.

Отсюда вытекает требование к конструкторам-котельщикам при проектировании крупных экранированных котельных агрегатов высокого давления обращать особое внимание на вопросы циркуляции и гидродинамики, всемерно учитывая требования рациональной организации водного режима котлов.

Наши институты должны уделять больше внимания изучению механизма коррозионных процессов, протекающих при высоких давлениях и температурах. Надо подобрать советские марки коррозионностойких легированных сталей, пригодных для изготовления высокотемпературных перегревателей и питательных насосов, а также разработать профилактические (в отношении коррозии) эксплуатационные нормы качества питательной и котловой воды.

Для предотвращения интенсивной коррозии питательного тракта (насосы, подогреватели высокого давления и трубопроводы) требуются: глубокая термическая и химическая деаэрация питательной воды, искусственное регулирование рН питательной воды в узких пределах и применение коррозионностойких легированных металлов. Необходимо изыскать и освоить надежные и экономичные способы защиты от коррозии водоочистительной аппаратуры, арматуры и трубопроводов Н—Na-катионитовых и обессоливающих установок, подверженных агрессивному воздействию кислой среды.

Ввиду чрезвычайно высоких требований, предъявляемых к качеству воды и пара на электростанциях высокого давления, надо разработать методику прецизионного химического контроля малых количеств кислорода, кремнекислоты и солей. Кроме того подлежат широкому внедрению на электростанциях высокого давления новые методы углубленного контроля воды и пара, а также фазового структурного анализа накипи (фотоколориметрия, термография, рентгенография, кристаллооптика, спектроскопия, электрометрия и др.).

### **Борьба с накипью, коррозией и загрязнением пара в промышленных котельных установках**

Промышленные предприятия Советского Союза обладают огромным парком котлов; количество действующих котлов малой мощности и низкого давления измеряется, например, десятками тысяч единиц.

В настоящее время большинство этих котлов питается сырой необработанной водой, в результате

чего наше народное хозяйство ежегодно терпит сотни миллионов рублей убытка.

Докотловая и внутрикотловая обработка воды в действующих промышленных котельных пока еще недостаточна, о чем свидетельствуют данные Котлонадзора МЭС, собранные на предприятиях центрального промышленного района. Согласно этим данным, водообработку применяют лишь 40% сравнительно крупных котельных и только 6% средних и малых котельных (удельный вес их составляет 73% от общего числа обследованных установок).

В результате питания котлов сырой, необработанной водой они быстро зарастают накипью и шламом, ежегодно перерасходуют значительное количество топлива, преждевременно изнашиваются, терпят аварии, влекущие частые простои. Кроме того расходуются излишняя рабочая сила, металл и денежные средства на ремонты и чистку. По данным Котлонадзора МЭС за 1945 г., 45% всех аварий с промышленными котлами произошли из-за неудовлетворительного водного режима и дефектов циркуляции.

Недооценка значения водной проблемы многими теплотехниками и конструкторами-котельщиками, должна быть полностью ликвидирована в четвертом пятилетии. Помимо радикального упорядочения водного режима действующих котлов необходимо уделить серьезное внимание конструированию новых типов котлов малой мощности, предназначенных для серийного изготовления, максимально учитывая требования рационального водного режима.

По плану четвертого пятилетия только заводы Главкотлотурбопрома должны изготовить 5 000 котлов малой и средней мощности. Кроме того, постройка их ведется на заводах Главпищемаши, Главлокомотиводизель и др. Из всех этих котлов 75% будут водотрубного типа. Как известно, они предъявляют значительно большие требования к качеству питательной и котловой воды, чем дымогарные и жаротрубные котлы. По статистике Котлонадзора, например, свыше половины аварий падает именно на водотрубные котлы, как агрегаты наиболее чувствительные к нарушениям водного режима.

Широкое распространение в промышленности и дальнейшее увеличение парка котлов малой мощности ставит перед химиками-водниками и конструкторами-теплотехниками задачу создания дешевых, малогабаритных, удобных в обслуживании и надежно работающих устройств для химической обработки воды. Эти устройства должны обеспечить безнакипное состояние поверхностей котла при минимальных эксплуатационных затратах.

На ближайший период основным техническим направлением в решении водной проблемы промышленных котлов малой мощности является дальнейшее развитие достаточно эффективного метода внутрикотловой обработки воды с помощью осадительных щелочных реагентов (каустик, сода, фосфат). Как показывает опыт эксплуатации, внутрикотловая обработка позволяет удлинить рабочую кампанию котла до 4 000—5 000 часов против 500—1 000 часов при его питании сырой, необработанной водой.

В результате многолетней работы секции водоподготовки МОНИТОЭ и ее актива (И. Ф. Шапкина, П. И. Ложилина, И. М. Соколова, С. И. Лазарева, В. А. Голубцова, Г. А. Буркова, С. М. Гурвича и др.), удалось при участии передовых теплотехников промышленности разработать и успешно внедрить на многих котельных установках упрощенные устройства для внутрикотловой обработки воды, принудительного термосифонного шламоудаления и частичного катионирования питательной воды. Секцией уточнены технико-экономические границы применения внутрикотловой обработки и принудительного шламоудаления применительно к различным типам неэкранированных котлов. Это дает возможность проектирующим организациям более уверенно выбирать оптимальные (для конкретных условий) методы водообработки и способы шламоудаления.

Для того, чтобы в течение текущего пятилетия перевести на режим внутрикотловой обработки воды многие тысячи котлов малой мощности и тем обеспечить коренной перелом в деле борьбы с накипью, наши котлостроительные заводы должны наладить массовое производство дозаторов реагентов, шламоудалителей и др. и поставлять эти устройства комплектно с котлами.

Наряду с внутрикотловой обработкой воды в промышленных котельных достаточно широкое применение получит предварительная химическая ее очистка. Химводоочистительные установки должны быть простыми в обслуживании, малогабаритными, несложными по схеме и по возможности автоматизированными.

Поскольку достижение безнакипного состояния во всех действующих промышленных котлах малой мощности возможно лишь в отдаленном будущем, необходимо уделить серьезное внимание механическим и химическим способам очистки котлов от накипи.

Массовый перевод промышленных котельных низкого давления на режим внутрикотловой обработки воды щелочными осадительными реагентами или на питание химочищенной водой, настоятельно требует одновременного проведения практических мероприятий по борьбе с:

- а) загрязнением пара и заносом пароперегревателей солями;
- б) кислородной коррозией котлов, водяных экономайзеров и питательных трубопроводов;
- в) межкристаллической хрупкостью котельного металла, возникающей в результате комбинированного воздействия щелочной воды и знакопеременных напряжений, превышающих предел упругости металла.

В первом случае котлы должны снабжаться простыми сепарирующими устройствами, расположенными в барабане, защищающими места отбора пара от бросков котловой воды и обеспечивающими максимальное использование объема барабана. Кроме того, могут найти применение выносные компактные линейные сепараторы, устройства ступенчатого испарения и погруженные в воду дырчатые щиты, способствующие более равномерному паронапряжению поверхности зеркала испарения.

Для борьбы с кислородной коррозией надо разработать и внедрить упрощенные схемы и аппаратуру для термической и химической деаэрации питательной воды.

Наконец, эксплуатационной проверке подлежат методы борьбы с щелочной, межкристаллической хрупкостью металла путем ввода в котлы нитратов, сульфит целлулозных щелоков и других антикоррозионных реагентов.

Таким образом, нашим институтам, вузам и химическим лабораториям промпредприятий предстоит провести в четвертом пятилетии широкий комплекс работ по исследованию процессов накипеобразования, коррозии и загрязнения пара, протекающих в котлах малой мощности и низкого давления, а также по усовершенствованию методов внутрикотловой обработки воды, шламоудалению и сепарации пара. Совершенно нетерпимо существующее ненормальное положение, когда актуальным водным проблемам промышленных котельных уделяется слишком мало места в тематике институт.

### Усовершенствование техники очистки питательной воды на паросиловых установках

Еще до войны наука и техника водоподготовки достигла в СССР высокого уровня и по праву завоевала одно из передовых мест в мировой технике.

Общепризнано, что теоретические и экспериментальные работы советских ученых по катионному методу умягчения воды, ее осветлению, химобессолированию, декремнизации и питанию прямоточных котлов в ряде вопросов идут впереди иностранных.

Несмотря на трудности военного времени, наши институты разработали и внедрили Н—Na-катионитовые и химобессоливающие установки, диффузоры-осветлители, вихревые реакторы, пленочные деаэраторы, сверхскоростные фильтры и т. д. Все они показали хорошие результаты при промышленных испытаниях.

В связи с широким внедрением пара высоких параметров на электростанциях в текущем пятилетии должны быть сооружены и введены в эксплуатацию Н—Na-катионитовые, химобессоливающие и термохимические водоочистительные установки, комбинируемые в ряде случаев с предварительной декремнизацией исходной воды, а также испарительно-паропреобразовательные установки. Все это выдвигает перед институтами, проектными организациями и котлостроительными заводами ряд новых сложных и ответственных задач, которые надо разрешить в сравнительно короткий срок.

Физико-химики должны заняться изучением вопросов, касающихся механизма процессов катионного, анионного обмена и сорбции в динамических условиях, приближающихся к реальным условиям работы фильтров. Необходимо также изучать гидродинамику катионитовых и сорбционных фильтров, без чего невозможно создание рациональных конструкций.

Большую работу предстоит проделать в области ионно-обменных материалов. Надо в кратчайший срок развернуть научно-исследовательские работы по изысканию и освоению промышленного производства новых высокочистых, механически прочных, жизнестойких и дешевых ионно-обменных материалов, изготавливаемых из недефицитного сырья. Пора, наконец, покончить с кустарщиной и расширить число компетентных организаций, занимаю-

щихся изысканиями новых органических катионитовых и анионитовых материалов. Одновременно должна быть создана крупная производственная база по изготовлению этих материалов.

Кардинальным вопросом водоподготовки на промышленных теплоэлектроцентралях высокого давления является глубокая декремнизация питательной воды, без которой во многих случаях невозможно защитить лопатки турбин от опасных кремнистых отложений. Здесь, в первую очередь, надо проверить в промышленных условиях эффективность и экономичность различных конкурирующих методов декремнизации с применением в качестве реагентов солей магния, фторидов или активированной окиси алюминия. Успешное разрешение этой проблемы позволит отказаться от установок дорогих, громоздких и неэкономных испарительно-паропреобразовательных установок и перевести барабанные и сепараторные прямоточные котлы на питание их с добавкой химически очищенной или химобессоленной воды, что заметно повысит к. п. д. ТЭЦ.

Большой практический интерес представляют универсальные термохимические, комбинированные водоочистительные установки с фосфатным доумягчением, декремнизацией и деаэрацией питательной воды, которые по своим технико-экономическим показателям успешно конкурируют с Н—На-катионитовыми установками.

В связи с предстоящим упорядочением водоподготовки на многочисленных мелких промышленных котельных установках институтам и заводам придется много поработать над созданием новых упрощенных типов компактной и высокопроизводительной водоочистительной аппаратуры. В первую очередь целесообразно использовать хорошо оправдавший себя на крупных установках метод суспензионной сепарации шлама, позволяющий резко сократить размеры отстойников и интенсифицировать последующую работу кварцевых фильтров. Сущность этого метода состоит в том, что обрабатываемая вода, получив необходимые дозы реагентов, проходит через ранее выпавший шламовый осадок, выполняющий роль катализатора и ускоряющего процесс выделения твердой фазы при коагуляции и умягчении воды. На базе этого метода институт ВОДГЭО разработал ряд оригинальных конструкций малогабаритных осветлителей и вихревых реакторов. Эксплуатация в промышленности и на железнодорожном транспорте выявила преимущество их работы по сравнению с обычными отстойниками. Многолетнее применение в США и Германии конических реакторов с контактной зернистой насадкой, работающих с повышенными скоростями (аппараты «Спиратор», «Вирбос»), подтверждает возможность получения в процессе известкования осадка в виде плотного зерна, а также сокращения времени пребывания воды в таких аппаратах до 6—8 мин. Процесс умягчения и осветления воды протекает настолько полно, что позволяет в дальнейшем использовать лишь кварцевые фильтры без предварительного отстаивания воды в осветлителях.

В промышленных котельных широкое применение могут получить также На и Н—На-катионитовые установки. Однако для их успешного внедрения необходимо оснастить фильтры устройствами для автоматического или полуавтоматического регулирования, что позволит освободить персонал ко-

тельных от несвойственных ему функций аппаратчиков водоочистительной аппаратуры. Для этого надо, в первую очередь, разработать, испытать и в дальнейшем освоить серийное производство многоходовых кранов.

Существенным фактором, способствующим улучшению качества питательной воды на промышленных ТЭЦ и котельных низкого давления, является максимальный возврат с производства конденсата технологического пара. Кроме облегчения водного режима котлов, при этом существенно экономится топливо и снижается величина установленной мощности химводоочистки. При загрязнении конденсата маслом он может быть глубоко очищен с помощью обезмасливающих аппаратов (механические пареоочистители, паропромыватели, сорбционные фильтры с активированным углем).

Для успешного развития водоподготовки требуется немедленное создание крупной и хорошо оснащенной производственной базы, специализированной в области изготовления химводоочистительной аппаратуры, а также испарительно-паропреобразовательных установок.

### Подготовка кадров

Широкое внедрение на крупных электростанциях пара высоких параметров и новейших методов физико-химического контроля, упорядочение водного режима многих тысяч промышленных котельных низкого давления, освоение низкосортных топлив, очистка газов от серы, применение методов энергохимического использования топлива и т. д., настоятельно требуют подготовки значительного количества инженеров и техников специального профиля.

Несмотря на решения, единодушно принятые в 1946 г. всесоюзными совещаниями ВНИТОЭ (по котлостроению) и Комиссии по пару высоких параметров Академии наук СССР (по водообработке), вопрос об организации при нескольких энергетических втузах и техникумах новой специальности — энергохимиков — остается до сих пор неразрешенным.

Для обеспечения острой потребности промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства в инженерах-энергохимиках необходимо значительно увеличить ежегодный выпуск специалистов этого профиля, для чего в Московском энергетическом институте имени В. М. Молотова и ряде других крупных энергетических втузов следует создать специальные энергохимические факультеты с хорошо оснащенными химлабораториями и солидной учебно-экспериментальной базой.

Министерство высшего образования должно в кратчайший срок уточнить потребность народного хозяйства в инженерах и техниках-энергохимиках и обеспечить выпуск втузами и техникумами требуемого количества специалистов.

Необходимо также резко повысить уровень химической подготовки инженеров-теплотехников.

### Мероприятия

Перечислим основные мероприятия, которые необходимо осуществить в четвертом пятилетии, чтобы двинуть вперед советскую науку и технику водообработки и обеспечить рациональный водный

режим котлов электростанций и промышленных котельных установок:

1. Надо широко развернуть теоретические и экспериментальные работы в области технологии очистки воды и внутрикотловых физико-химических процессов. Для этого требуется в первую очередь значительно усилить экспериментальную базу институтов Академии наук СССР и отраслевых институтов путем сооружения стендов и опытных полупромышленных агрегатов.

2. Котлостроительная промышленность должна наладить серийное производство современной автоматизированной и полуавтоматизированной водоочистительной аппаратуры, а также устройств для внутрикотловой обработки воды. Объем производства должен отвечать потребностям теплоэнергетического хозяйства.

3. Химическая промышленность должна организовать производство органических катионитовых и анионитовых материалов и расширить выпуск реагентов для внутрикотловой обработки воды и водоумягчения.

4. Приборостроительная промышленность обязана организовать производство солемеров, регистраторов pH, кислородомеров, водородомеров, фотоколориметров и других автоматических приборов, необходимых для химконтроля на электростанциях высокого давления.

5. Следует также организовать серийное производство оборудования и аппаратуры для механической и химической очистки котлов от накипи. Одновременно укрепить и расширить сеть организаций, занимающихся очисткой котлов.

6. На действующих и вновь сооружаемых промышленных котельных установках низкого давления надо широко внедрять внутрикотловую обработку, сочетаемую с эффективным шламоудалением, а в случае жестких исходных вод и повышенных требований, предъявляемых котлами к качеству питательной воды, сооружать водоочистительные установки упрощенного типа.

7. На электростанциях, страдающих от накипелотложений на трубках конденсаторов турбин необходимо внедрять современные методы обработки охлаждающей воды с применением гексаметафосфата натрия, рекаборнизации, импфирования и др.

8. В энергетических вузах и техникумах должна быть организована специальная подготовка инженеров и техников энергохимиков. Для повышения квалификации теплотехников и химиков в области водообработки и химконтроля надо организовать очные и заочные курсы, проводить семинары и сессии, а также издавать монографии и нормативы.

В Советском Союзе имеются значительные кадры крупных ученых-экспериментаторов (физико-химиков, водников и теплотехников), талантливых конструкторов и опытных эксплуатационников.

В результате напряженной творческой работы и тесного делового контакта между химиками и теплотехниками все перечисленные трудные и ответственные задачи будут безусловно успешно и своевременно разрешены. Советская наука и техника водоподготовки и впредь должна и будет занимать одно из передовых мест в мире.

## Расчет сопротивлений между электродами при электропрогреве бетона и железобетона<sup>1</sup>

Канд. техн. наук А. В. НЕТУШИЛ  
(Член Общества энергетиков)

Электродный метод электропрогрева бетона находит у нас (особенно в северных районах) широкое применение при зимних строительных работах. Только за первые три года Отечественной войны было прогрето этим способом до 250 тыс. м<sup>3</sup> свежеуложенного бетона.

Сущность метода заключается в пропускании электрического тока через бетон и выделении тепла непосредственно в прогреваемом массиве.

Правильная установка электродов при электропрогреве бетона и железобетона — основной вопрос, от которого зависит режим, а следовательно, и качество прогрева.

Чрезмерное сближение электродов при больших плотностях тока на их поверхности может вызвать интенсивный нагрев слоев бетона, примыкающих к электродам, и даже механическое разрушение в результате давления водяных паров (1). Увеличение расстояния между электродами при неизменном напряжении, напротив, приводит к снижению

температуры бетона и даже к замораживанию последнего.

Для обеспечения заданного режима электропрогрева в первую очередь необходимо, чтобы количество джоулов тепла, выделяемого в единице объема бетона, соответствовало тепловому расчету (2).

Плотность тока на поверхности электрода не должна превышать критическую, экспериментально установленную величину, зависящую от места расположения электрода относительно опалубки (3). Это условие надо также строго соблюдать.

Для выполнения всех условий необходимо уметь подсчитать сопротивление между электродами в бетоне и железобетоне при любом их расположении.

Если определению сопротивлений растекания заземлителей посвящено много работ (4, 5), то вопрос расчета сопротивлений между электродами в проводящей или полупроводящей среде сравнительно мало исследован.

Целью настоящей статьи является указать основные задачи, возникающие при расчете сопротив-

<sup>1</sup> Работа проводилась в лаборатории НИЛЭС Минтяжстроя.

лений между электродами, и наметить пути к их решению.

Если в однородной проводящей среде бесконечной протяженности расположены электроды, подводящие токи  $I_1, I_2, I_3 \dots I_n$ , то потенциалы электродов  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_n$  могут быть определены из общих уравнений Максвелла с потенциальными коэффициентами (6, 7) для проводящей среды:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= \alpha'_{11} I_1 + \alpha'_{12} I_2 + \dots + \alpha'_{1k} I_k + \dots + \alpha'_{1n} I_n \\ \varphi_2 &= \alpha'_{21} I_1 + \alpha'_{22} I_2 + \dots + \alpha'_{2k} I_k + \dots + \alpha'_{2n} I_n \\ \varphi_i &= \alpha'_{i1} I_1 + \alpha'_{i2} I_2 + \dots + \alpha'_{ik} I_k + \dots + \alpha'_{in} I_n \\ \varphi_n &= \alpha'_{n1} I_1 + \alpha'_{n2} I_2 + \dots + \alpha'_{nk} I_k + \dots + \alpha'_{nn} I_n \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Коэффициенты  $\alpha'_{ik}$ , называемые потенциальными, дают ту слагающую потенциала  $i$ -ого электрода, которая получилась бы в данной системе при подведении тока в 1 а к  $k$ -ому электроду, при всех остальных токах, равных нулю.

Например,

$$\varphi_i = \alpha'_{ik} I_k,$$

или

$$\alpha'_{ik} = \frac{\varphi_i}{I_k}, \text{ при } I_1, I_2 \dots I_{k-1}, I_{k+1} \dots I_n = 0.$$

Потенциальные коэффициенты в поле проводимости  $\alpha'_{ik}$  связаны с потенциальными коэффициентами в электростатическом поле  $\alpha_{ik}$  соотношением  $\alpha'_{ik} = \frac{\rho}{\epsilon} \alpha_{ik}$ , где  $\rho$  и  $\epsilon$  — удельное сопротивление и диэлектрический коэффициент среды.

Мы ограничимся здесь рассмотрением случаев, когда все электроды имеют длину, равную толщине проводящего массива, и цилиндрическую форму, а оси их расположения — параллельны. Тогда потенциальные коэффициенты в уравнениях Максвелла определяются так:

$$\alpha'_{ii} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln r_i, \quad \alpha'_{kk} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln r_k, \quad (2)$$

$$\alpha'_{ki} = \alpha'_{ik} \approx -\frac{\rho}{2\pi l} \ln r_{ki}, \quad (3)$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление среды,  $r_i$  и  $r_k$  — радиусы электродов,  $l$  — длина электродов,  $r_{ki}$  — расстояние между осями  $i$ -ого и  $k$ -ого электродов, причем  $r_i \ll r_{ki} \gg r_k$ .

В процессе разогрева и твердения бетона его удельное сопротивление  $\rho$  и температура  $\vartheta$  сильно изменяются. Характерный график таких изменений представлен на рис. 1.

Вследствие изменения удельного сопротивления бетона меняется и полное сопротивление между электродами, а следовательно, и выделяемая в бетоне мощность. Поэтому при расчете режимов электропрогрева приходится пользоваться различными значениями удельного сопротивления для определения мощности, выделяемой в единице объема, и плотности тока у поверхности электродов в различные моменты времени.

Рассмотрим случай, когда имеются только два цилиндрических электрода с радиусами  $r_1$  и  $r_2$ . Расстояние между их осями  $r_{12} = h$ . Тогда  $I_1 = -I_2 = I$  и уравнения Максвелла (1) запишутся так:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= I \frac{\rho}{2\pi l} \ln r_1 - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln h \\ \varphi_2 &= I \frac{\rho}{2\pi l} \ln h - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln r_2 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Отсюда разность потенциалов между электродами

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = I \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{h^2}{r_1 r_2}$$

и, следовательно, сопротивление между электродами

$$R = \frac{u}{I} = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{h^2}{r_1 r_2}. \quad (5)$$

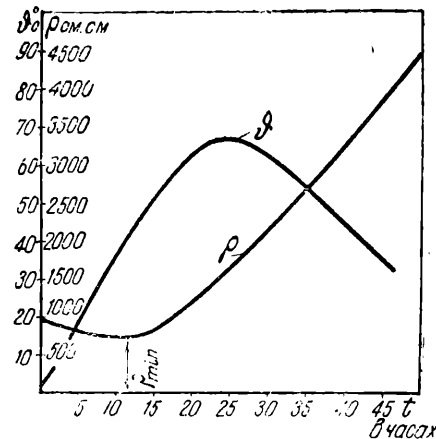


Рис. 1. График изменения температуры и удельного сопротивления бетона при электропрогреве

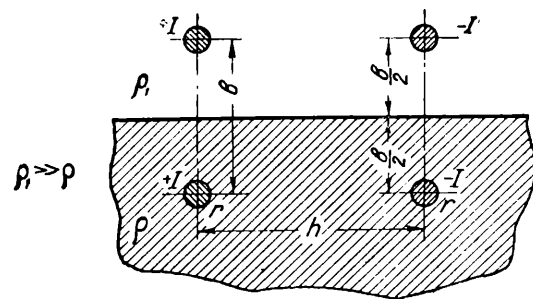


Рис. 2. Эскиз расположения электродов и их отражений в среде, ограниченной с одной стороны изолирующей поверхностью

Это хорошо известное выражение для сопротивления между двумя цилиндрическими электродами в однородной, бесконечно протяженной среде.

Если среда не имеет бесконечной протяженности, а ограничена с какой-либо стороны изолирующей поверхностью (например деревянной опалубкой), то, пользуясь методом зеркальных отражений, можно этот случай свести к рассмотрению среды бесконечной протяженности.

Пусть два электрода равных радиусов (рис. 2) расположены на расстоянии  $\frac{b}{2}$  от поверхности проводящей среды. Тогда у этой поверхности линии тока всегда будут направлены вдоль нее, или, иными словами, составляющая плотности тока, нормальная к поверхности среды, равна нулю.

Такая же картина получается в плоскости симметрии расположения одинаковых электродов, несущих равные токи и расположенных в однородной проводящей среде.

Таким образом, решение задачи в неоднородной среде можно свести к рассмотрению эквивалентной

однородной среды, где вместо двух электродов размещены четыре, два из которых получены в результате зеркального отражения от поверхности проводящей среды. Знаки токов реальных электродов и их отражений совпадают.

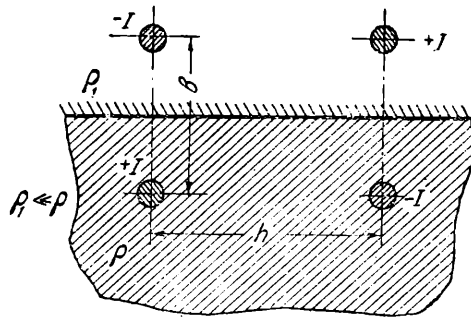


Рис. 3. Эскиз расположения электродов и их отражений в среде, ограниченной с одной стороны проводящей поверхностью

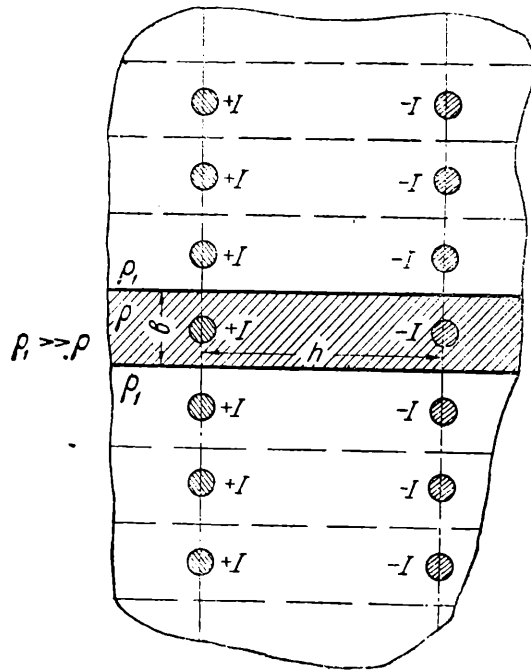


Рис. 4. Эскиз расположения электродов и их отражений в среде, ограниченной с двух сторон изолирующими поверхностями

Тогда для  $r \ll h$  и  $r \ll b$  уравнения Максвелла могут быть записаны в следующем виде

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= I \frac{\rho}{2\pi l} \ln r + I \frac{\rho}{2\pi l} \ln b - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln h - \\ &\quad - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln \sqrt{h^2 + b^2} \\ \varphi_2 &= I \frac{\rho}{2\pi l} \ln h + I \frac{\rho}{2\pi l} \ln \sqrt{h^2 + b^2} - \\ &\quad - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln r - I \frac{\rho}{2\pi l} \ln b \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

откуда

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = I \frac{\rho}{\pi} \left( \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{\sqrt{h^2 + b^2}}{b} \right)$$

или

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\rho}{\pi l} \left( \ln \frac{h}{r} + \ln \sqrt{\left(\frac{h}{b}\right)^2 + 1} \right). \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, как отдаление электродов от поверхности среды приводит к уменьшению сопротивления между ними на величину второго слагаемого, зависящего от отношения  $\frac{h}{b}$ .

По мере увеличения  $b$  это слагаемое уменьшается и при  $b = \infty$  становится равным нулю.

Если среда ограничена не изолирующей, а проводящей поверхностью (например густой сеткой арматуры или железной опалубкой) с удельным сопротивлением, значительно меньшим, чем удельное сопротивление среды, то на поверхности последней тангенциальная составляющая плотности тока становится равной нулю.

В этом случае метод зеркальных отражений дает не прямое, а обратное (с обратным знаком) отражение от поверхности (рис. 3).

Совершенно аналогично предыдущему, составляя и решая уравнения Максвелла, нетрудно получить сопротивление между электродами:

$$R = \frac{u}{I} = \frac{\rho}{\pi l} \left( \ln \frac{h}{r} - \ln \sqrt{\left(\frac{h}{b}\right)^2 + 1} \right). \quad (8)$$

Из уравнений (7) и (8) очевидно, что в первом случае отдаление от поверхности приводит к уменьшению, а во втором, наоборот, к повышению сопротивления между электродами.

Если проводящая среда ограничена изолирующей поверхностью не с одной, а с двух сторон, то приходится иметь дело с многократным отражением.

Пусть цилиндрические электроды радиусов  $r$  размещены на расстоянии  $h$  вдоль оси проводящей стены толщиной  $b$ . Тогда для замены неоднородной среды однородной необходимо от обеих поверхностей отразить не только ток каждого электрода, но и все его отражения так, чтобы в итоге каждая поверхность стены могла служить осью симметрии.

В результате такого многократного отражения получаются две решетки с шагом между стержнями  $b$ , находящиеся одна от другой на расстоянии  $h$  (рис. 4). К каждому из стержней первой решетки подводится ток  $+I$ , а второй решетки — ток  $-I$ .

Тогда уравнения Максвелла для потенциалов первой и второй решеток принимают следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= \frac{\rho I}{2\pi l} \left( \ln r - \ln h + 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln bi - \right. \\ &\quad \left. - 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln \sqrt{h^2 + b^2 i^2} \right) \\ \varphi_2 &= \frac{\rho I}{2\pi l} \left( \ln h - \ln r + \right. \\ &\quad \left. + 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln \sqrt{h^2 + b^2 i^2} - 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln bi \right) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

откуда

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \sum_{i=1}^{\infty} \ln \left( \frac{h^2}{b^2 i^2} + 1 \right) \right].$$

Рассмотрим выражение

$$\sum_{i=1}^{\infty} \ln \left( \frac{h^2}{b^2 i^2} + 1 \right).$$

Сумма логарифмов может быть преобразована в логарифм произведения

$$\ln \prod_{i=1}^{\infty} \left( 1 + \frac{h^2}{b^2 i^2} \right),$$

а из теории целых функций (8) известно, что

$$\prod_{i=1}^{\infty} \left( 1 + \frac{a^2}{i^2} \right) = \frac{Sh a \pi}{a \pi}$$

и, следовательно,

$$\sum_{i=1}^{\infty} \ln \left( \frac{h^2}{b^2 i^2} + 1 \right) = \ln \frac{Sh \frac{h}{b} \pi}{\frac{h}{b} \pi}. \quad (10)$$

Подставив уравнение (10) в выражение  $u$ , получаем:

$$u = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h}{b} \pi}{\frac{h}{b} \pi} \right],$$

откуда

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h}{b} \pi}{\frac{h}{b} \pi} \right]. \quad (11)$$

Это — известная формула, впервые приведенная Оллендорфом (4) в несколько ином виде для подсчета сопротивления растекания вдоль поверхности стены.

Если проводящая среда ограничена не изолирующими, а проводящими поверхностями, то многократное обратное отражение даст две бесконечные решетки с чередующимися знаками токов (рис. 5).

В этом случае уравнения Максвелла запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} -\varphi_2 = \varphi_1 = \frac{\rho}{2\pi l} & \left[ \ln r - \ln h + 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln 2bi - \right. \\ & - 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln b(2i-1) + 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln \sqrt{h^2 + b^2(2i-1)^2} - \\ & \left. - 2 \sum_{i=1}^{\infty} \ln \sqrt{h^2 + (2bi)^2} \right], \end{aligned}$$

откуда после преобразований

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h}{b} \pi}{\frac{h}{b} \pi} \right],$$

или

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h}{b} \pi}{\frac{h}{b} \pi} \right]. \quad (12)$$

Сравнивая формулы (11) и (12), можно заметить, что как в первом, так и во втором случае действие поверхности проводящей среды сказывается в виде добавления второго слагаемого в выражении сопротивления между электродами.

Так как  $\frac{Sh a}{a}$  всегда больше единицы, то в формуле (11) второе слагаемое положительно и, следовательно, увеличивает результирующее сопротивление. Значение же  $\frac{Sh a}{a}$  всегда меньше единицы, вследствие чего второе слагаемое в формуле (12) имеет отрицательный знак и, таким образом, его учет приводит к уменьшению сопротивления между электродами.

Мы рассмотрели случаи размещения электродов в среде, ограниченной с двух сторон и простирающейся в две другие стороны сколь угодно далеко. Практически эти условия нереальны. В действительности приходится иметь дело всегда с объемами, ограниченными со всех сторон.

При сведении пространственной задачи к плоскости (как в нашем случае), последняя всегда ограничена со всех четырех сторон. Рассмотрим случай расстановки электродов в такой среде (рис. 6). Рассуждая аналогично предыдущему, можно представить рассматриваемую схему в виде системы эквивалентных

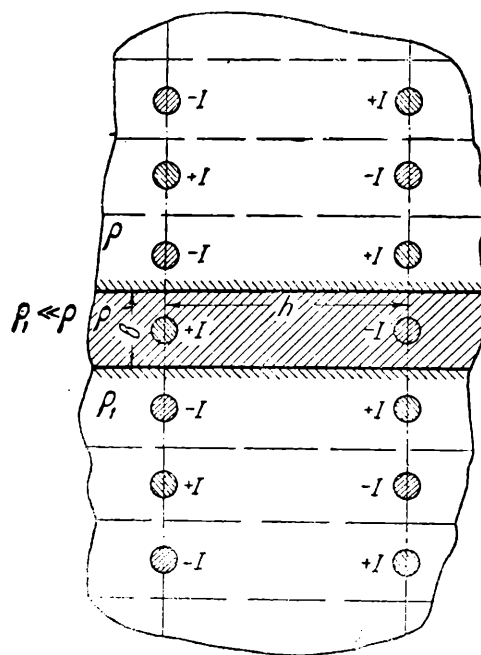


Рис. 5. Эскиз расположения электродов и их отражений в среде, ограниченной с двух сторон проводящими поверхностями

решеток, полученных в результате многократного отражения электродов и их отражений от всех четырех ограничивающих поверхностей.

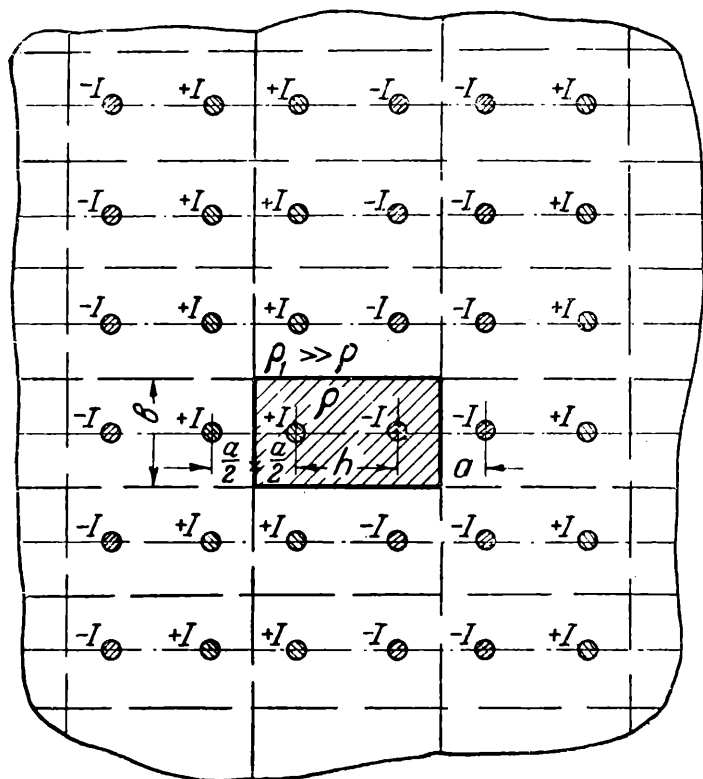


Рис. 6. Эскиз расположения электродов и их отражений в среде, ограниченной с четырех сторон изолирующими поверхностями

Для этого случая уравнения Максвелла запишутся так:

$$\varphi_1 = -\varphi_2 = \frac{\rho I}{\pi l} \left[ \ln \frac{r}{h} + \ln \frac{h}{b} \frac{\pi}{h} + \sum_{i=0}^{\infty} \ln \frac{Sh \frac{\pi}{b} [a + (a+h)2i] Sh \frac{\pi}{b} [h + (a+h)(2i+1)]}{Sh^2 \frac{\pi}{b} [(a+h)(2i+1)]} \right] \quad (13)$$

Полагая, что  $(a+h) \gg b$ , получаем:

$$Sh \frac{\pi}{b} [2(a+h)i + a] \approx \frac{e^{\frac{\pi}{b} [2(a+h)i + a]}}{2}$$

Тогда из формулы (13) нетрудно видеть, что при  $i \neq 0$  выражение, стоящее под знаком суммы, обращается в 0, а при  $i=0$  принимает вид:

$$\ln \frac{2 Sh \frac{a\pi}{b}}{e^{\frac{a\pi}{b}}}$$

Тогда

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\rho I}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h\pi}{b}}{h \frac{\pi}{b}} - \ln \frac{2 Sh \frac{a\pi}{b}}{e^{\frac{a\pi}{b}}} \right],$$

откуда заменив  $Sh \frac{a\pi}{b}$  через  $\frac{e^{\frac{a\pi}{b}}}{2}$ , получаем

$$R = \frac{u}{I} = \frac{\rho}{\pi l} \left[ \ln \frac{h}{r} + \ln \frac{Sh \frac{h\pi}{b}}{h \frac{\pi}{b}} + \ln \frac{1}{1 - e^{-\frac{2a\pi}{b}}} \right]. \quad (14)$$

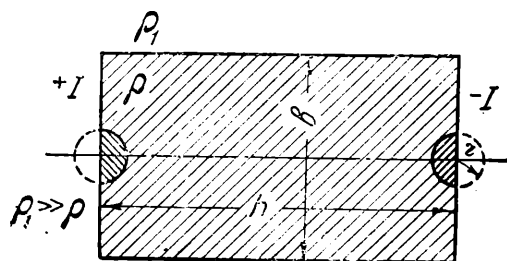


Рис. 7. Эскиз расположения поверхностных электродов

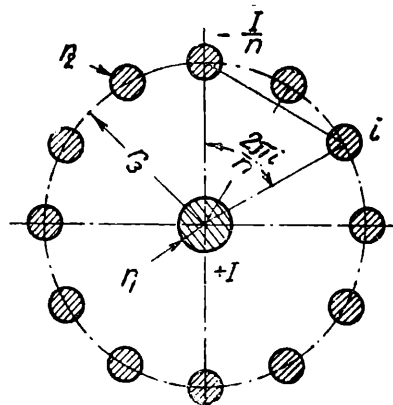


Рис. 8. Эскиз расположения электродов по образующим цилиндра

Как видно из выражения (14), ограничение проводящей среды еще с двух сторон приводит к увеличению сопротивления между электродами на величину третьего слагаемого, зависящего от отношения  $\frac{a}{b}$ .

Следует отметить, что приведенные выводы сделаны для  $r \ll a$ ,  $r \ll b$  и  $r \ll h$ . Только в этом случае справедливы принятые выражения для потенциальных коэффициентов. Сближение электродов и их отражений на расстояние, соизмеримое с их радиусами приводит к смещению электрических осей в электродах, что не учитывалось при определении потенциальных коэффициентов.

Для подсчета сопротивления прямоугольника между двумя электродами, представляющими собой полуцилиндры (рис. 7), можно принять совершенно аналогичный метод.

В этом случае для  $h >$  и  $r \ll b$  сопротивление между электродами подсчитывается с точностью порядка 2% по формуле:

$$R = \frac{\rho h}{b l} \left( 1 + \frac{2b}{\pi h} \ln \frac{b}{2\pi r} \right). \quad (15)$$

Для подсчета сопротивления между электродом и арматурой рассмотрим случай, когда один электрод размещен внутри решетки соединенных между собой  $n$  электродов, расположенных по образующим цилиндра радиуса  $r_3$  (рис. 8).

Через средний электрод радиуса  $r_1$  протекает весь ток  $I$ , а через каждый из  $n$  электродов радиусов  $r_2$  — ток  $\frac{I}{n}$ .

Тогда при  $r_1 \ll r_3 \gg r_2$  потенциал среднего электрода

$$\varphi_1 = \frac{I \rho}{2 \pi l} (\ln r_1 - \ln r_3),$$

а потенциал всех периферийных электродов

$$\varphi_2 = \frac{I\rho}{2\pi l} \left( \ln r_3 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \ln 2r_3 \sin \frac{\pi}{n} i - \frac{1}{n} \ln r_2 \right).$$

Разность потенциалов между средним электродом и цилиндрической решеткой

$$u = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{I\rho}{2\pi l} \left[ \ln \frac{r_3^{n+1}}{r_1^n r_2} - A(n) \right],$$

где

$$A(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} \ln 2 \sin \frac{\pi}{n} i = \ln \frac{n}{2}.$$

Разделив напряжение  $u$  на общий ток  $I$ , получаем

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{r_3^{n+1}}{r_1^n r_2 \cdot n} \quad (16)$$

Если арматура густая или  $n \gg 1$ , то выражение (16) упрощается, так как  $A(n) \approx 0$ .

Тогда

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{r_3}{r_1}. \quad (17)$$

Это — известное выражение для сопротивления между двумя коаксиальными цилиндрами.

Если сетка арматуры расположена не по цилиндрической поверхности, а по прямоугольной, то при расчете прямоугольник со сторонами  $a$  и  $b$  может быть приближенно заменен эквивалентной окружностью радиуса

$$r_3 = \frac{a+b}{\pi}.$$

Резюмируя следует указать, что рассмотренные примеры отнюдь не исчерпывают все поддающиеся расчету случаи расположения электродов. С помощью нашей методики можно рассчитать большое количество вариантов расположения электродов в бетоне, когда оси всех электродов параллельны и, следовательно, задача может быть сведена к плоскости. При пространственных задачах приходится иметь дело с неравномерным распределением плотности тока вдоль оси электрода, что значительно усложняет решение.

Приведенные расчеты позволяют определить активную составляющую сопротивления бетона.

Теоретически бетон, а особенно железобетон, представляет некоторую комплексную нагрузку, которая может быть изображена в виде эквивалент-

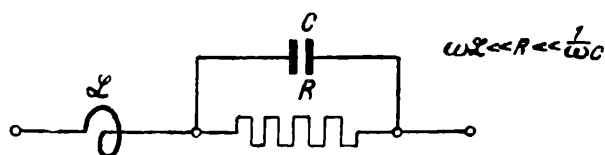


Рис. 9. Эквивалентная электрическая схема участка бетона

ной схемы (рис. 9). Однако расчеты показывают, что даже при самых неблагоприятных условиях, когда  $\rho = 1000 \text{ } \Omega \text{ см}$ , а диэлектрический коэффициент

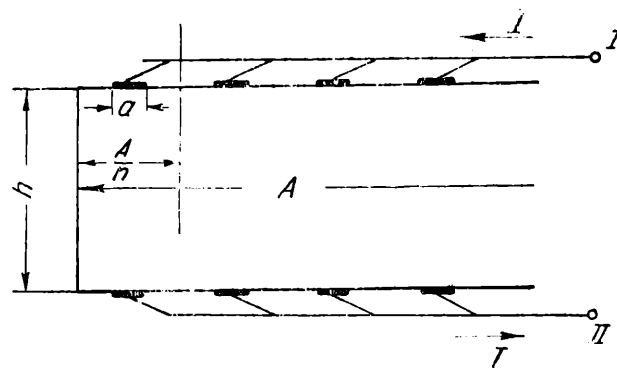


Рис. 10. Схема расположения электродов при групповом включении поверхностных электродов

$\epsilon = 80$ , отношение активного сопротивления к емкостному не превышает  $10^{-5} - 10^{-6}$ , при частоте сети 50 пер/сек.

Как показывает рассмотрение наиболее сильно армированных конструкций, при электропрогреве током промышленной частоты отношение индуктивного сопротивления к активному не превышает  $10^{-6} - 10^{-7}$ .

Таким образом, бетон и железобетон, прогреваемые электрическим током, с очень высокой степенью точности при промышленной частоте прогревающего тока, могут считаться чисто активной нагрузкой.

Приведенные формулы позволяют подсчитать сопротивление между электродами для различных случаев их расположения.

Пример 1. Массивный фундамент прогревается нашивными электродами, представляющими собой железные полосы, прикрепленные к поверхности опалубки. Все электроды противоположных сторон (рис. 10) соединены между собой и подключены к различным фазам источника тока.

В этом случае для подсчета сопротивления можно использовать формулу (15), с заменой радиуса

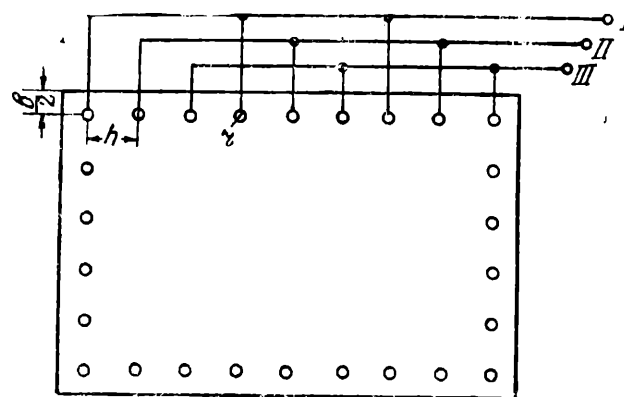


Рис. 11. Схема расположения электродов при электропрогреве фундамента периферийным методом

электрода эквивалентным радиусом  $r_a = \frac{a}{\pi}$ ;

$(a \ll \frac{A}{n})$ . Тогда сопротивление между точками I и II

$$R = \frac{\rho h}{\pi l} \left( 1 + \frac{2A}{\pi n h} \ln \frac{A}{2na} \right).$$

Пример 2. Массивный фундамент прогревается периферийным методом. Соседние электроды под-

ключены к различным фазам трехфазной системы напряжения  $U$  и размещены, как показано на рис. 11. Требуется подсчитать плотность тока на поверхности каждого электрода, имеющего длину  $l$  и радиус  $r$ .

Для подсчета сопротивления между соседней парой электродов воспользуемся формулой (7). Тогда ток, протекающий между электродами,

$$I_{AB} = \frac{\pi l U}{\rho \ln \frac{h}{r} \sqrt{\left(\frac{n}{b}\right)^2 + 1}},$$

а общий ток, протекающий через один электрод,

$$I_A = I_{AB} \sqrt{3}.$$

Следовательно, плотность тока на поверхности электрода

$$j = \frac{I_A}{2\pi r l} = \frac{U \sqrt{3}}{2 \rho \ln \frac{h}{r} \sqrt{\left(\frac{n}{b}\right)^2 + 1}}.$$

Пример 3. Слабо армированная колонна прогревается электродным методом. Одним электродом является прут радиуса  $r_1$ , установленный вдоль оси колонны, а вторым — четыре стержня арматуры радиуса  $r_2$  (рис. 12). Требуется определить сопротивление между электродами.

Применяем формулу (16) для  $n=4$  и  $r_3 = \frac{a}{\sqrt{2}}$ .

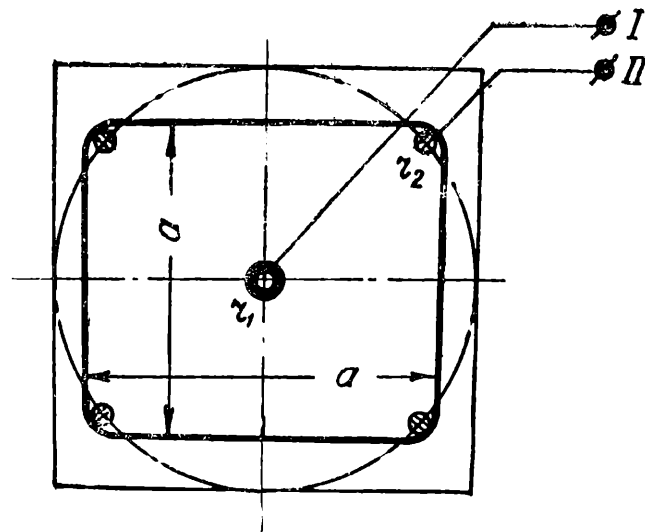


Рис. 12. Схема включения электродов при электропрогреве колонны с использованием арматуры в качестве второго электрода

Тогда

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{a}{2r_1} \sqrt{\frac{a}{r_2 \sqrt{2}}}.$$

Совершенно аналогично могут быть подсчитаны сопротивления между электродами и для других случаев их расположения и схем включения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Точилин и Р. Вегенер, «Строительная промышленность» № 1—2, 1946.
2. Инструкция по применению электропрогрева в строительстве. Наркомстрой НИЛЭС, 1945.
3. Ретти, Электробетон в практике. 1933.
4. Оллендорф, Токи в земле. ТНТИ, 1932.

5. Роках, Беяков и др., К расчету заземляющих устройств, ГЭИ, 1933.
6. Боргман И. И., Основания учения об электрических и магнитных явлениях, ч. I, 1914.
7. Круг К. А., Основы электротехники, т. I, 1946.
8. Смирнов, Курс высшей математики, 1933, стр. 437.

## Просвечивание промышленных изделий γ-лучами радия

Инженер П. С. КОЛТУНОВ  
(Член Общества энергетиков)

В статье излагаются вопросы современного промышленного применения γ-лучей радия (радиографирования) как метода исследования качества металла различных конструкций, не разрушая контролируемого объекта.

Идея применения γ-лучей радия для контроля металлов принадлежит советским ученым [Мысовскому и Измайловой (1)] и благодаря работам как наших [Назаров, Гуревич, Жданов и др. (2)], так и иностранных [Гольдберг, Видеман, Бертольд, Риль и др. (3)] специалистов получила значительное развитие.

Широкое использование γ-лучей становится теперь возможным вследствие доступности приобретения радиоактивных элементов промышленными лабораториями для заводского контроля металлов.

Развитие применения γ-лучей в области исследования металлов связано, в первую очередь, с внедрением металлических сооружений на электростанциях и других объектах, работающих в условиях больших напряжений, давлений и высоких температур. Просвечивание γ-лучами различных металлических сооружений, как, например, мостов, котлов высокого давления и т. д., имеет первостепенное значение.

Широкое применение радиографирования в промышленности позволит увеличить надежность, уменьшить коэффициенты безопасности металлоконструкций, даст большой экономический эффект от снижения брака и предотвращения аварий.

Радиографирование обладает рядом преимуществ перед рентгенографированием. Наиболее важные из

них: 1) простота аппаратуры и принадлежностей; 2) легкий вес и малые габариты препаратов; 3) портативность и легкая транспортабельность всей установки (достаточно одного человека!); 4) простота самого процесса просвечивания  $\gamma$ -лучами; 5) возможность исследования изделий сложных конфигураций и значительной протяженности; 6) возможность легкой проверки при помощи просвечивания деталей узлов в любом месте конструкции или сооружения; 7) достаточно высокая чувствительность метода; 8) возможность контроля стальных изделий толщиной до 250—300 мм и более.

Регистрация дефектов на  $\gamma$ -граммах в радиографии производится так же, как в рентгенографии на  $x$ -граммах.

### Постановки радиографирования

**Радий.** В процессе своего распада радий образует «газ» радон или эманацию радия. При своем дальнейшем распаде последняя, в числе других продуктов, излучает  $\gamma$ -лучи, которые служат для просвечивания металлов. Для промышленного применения радий используется в виде солей, например, сульфата радия, заключенного в герметический серебряный контейнер или стеклянную ампулу цилиндрической формы.

Вследствие герметичности сосуда, радон, распавшись, все время находится в непосредственном контакте с радием и непрерывно пополняется последним, сохраняя относительно постоянную интенсивность  $\gamma$ -излучения.

При радиографировании применяются и другие радиоактивные вещества. Например, при исследованиях металла барабанов, трубопроводов, отливок и т. п., а также сварных швов, которые производились автором на электростанциях, применялись ампулы с радием-мезоторием. Количество эквивалента радия в ампуле по интенсивности общего  $\gamma$ -излучения составляло до 184 мг. Радий-мезоторий в герметической стеклянной ампуле (7,5;  $l = 55$  мм) помещается также в цилиндрическую латунную капсулу ( $\varnothing^{10/8}$ ;  $l = 80$  мм). Капсула (рис. 1) служит для механической защиты ампулы от повреждений, для удобств практического применения в качестве фильтра. Заряженная капсула с ампулой хранится в свинцовой цилиндрической бомбе ( $\varnothing^{82/12}$ ;  $l = 140$ ). Транспортируется она в ящике из

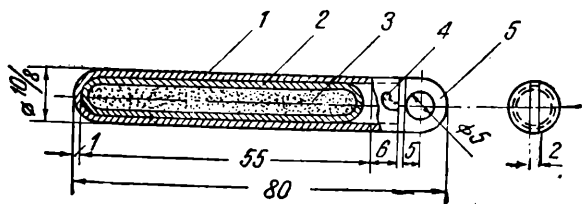


Рис. 1. 1 — капсула; 2 — ампула; 3 — радий-мезоторий; 4 — штифт для запора капсулы; 5 — крышка капсулы

крепкого дерева ( $205 \times 125 \times 125$ ) или в цилиндрическом стальном стакане с замыкающейся крышкой (рис. 2).

**Пленка, проявитель, фиксаж.** Для производства снимков служит отечественная рент-

ген-пленка, изготавливаемая фабрикой № 5 ГУКП. При применении специальных экранов, для радиографирования можно пользоваться почти всеми типами фотопленок. Предпочтительны, безусловно, специальные  $X$ - или  $\gamma$ -пленки с достаточным слоем чувствительной эмульсии и люминесцирующего вещества. Для проявления и фиксажа следует выдерживать рекомендуемые фабрикой рецепты. Чтобы предотвратить перепоявление снимков, надо добавлять в проявитель иодистый калий (до 20 мг на 1 л раствора).

**Экраны.** Экраны, помещаемые на пути  $\gamma$ -лучей к пленке и после нее, служат для уменьшения времени экспозиции и получения более плотного снимка, с достаточными резкостью и контрастностью изображений. Основным экраном для радиографирования является фольга из свинца толщиной 0,1—0,15 мм. Применяется чистый свинец, покрытый слоем олова, и сурьмянистый свинец.

К экранам предъявляются следующие требования: 1) они должны иметь равномерную толщину (калибровку); 2) достаточную гибкость; 3) достаточное сопротивление сморщиванию и образованию волн; 4) не должны царапать и пачкать пленку; 5) должны быть чистыми, глянцево-гладкими, без мельчайших пор и инородных частичек, давать яркое изображение; 6) должны быть максимально плотными после прокатки (вытяжки), с достаточно высоким удельным весом.

Эффективно используются обычные экраны (передний и задний), служащие для рентгенографирования. Комбинация заднего экрана (с тонким слоем вольфрамово-кислого кальция или кадмия или экраны из  $ZnCdS_{Ag}$  и  $ZnS_{Ag}$ ) со свинцовым дает лучшие результаты. Применение экранов сокращает время экспозиции в 1,5—10 раз при усилении контрастности снимков. На практике применяются пленки, заряженные в кассетах, совершенно без всяких экранов.

**Кассеты** бывают жесткие и гибкие. Жесткие чаще всего изготавливаются из картона толщиной 1—2 мм, гибкие обычно делаются в виде конвертов из черной бумаги, применяющейся для хранения рентген-пленок.

Практически наиболее удобны универсальные кассеты из листовой резины 0,5—1 мм, вулканизированные по швам и, таким образом, непроницаемые для света, влаги и пыли. Они отличаются долговечностью. Жесткость таких кассет, предложенных автором, достигается вкладыванием в них жестких картонных папок. Заряженная кассета накладывается на место, подвергаемое просвечиванию, плотно прижимается к поверхности исследуемой части изделия листом свинца толщиной 3—5 мм, и привязывается шпагатом или клейкой лентой,

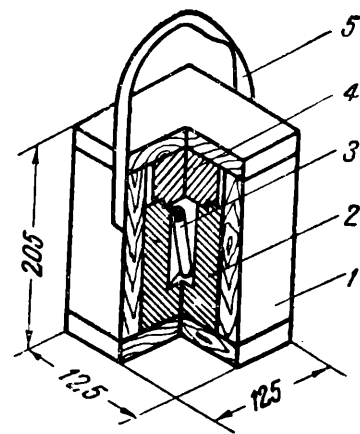


Рис. 2. 1 — ящик деревянный; 2 — свинцовый цилиндрический стакан (бомба); 3 — капсула с радием; 4 — свинцовая крышка; 5 — ремень для ручной переноски

либо просто прижимается деревянной доской с легким упором. Крепление касет показано на рис. 3.

Установка радия относительно объекта и определение времени экспозиции. Радий излучает  $\gamma$ -лучи во всех направлениях. Если радий поместить в центре просвечиваемого полого шара, то можно одновременно заснять все тело последнего на пленку с одной экспозиции. При съемке поперечных сварных швов цилиндрических сосудов капсулу с радием следует устанавливать на оси цилиндра. По производственным условиям радий можно помещать вне и внутри объекта.

В фокусе радий следует закреплять неподвижно в течение всего времени установленной экспозиции. Материалы крепления не должны поглощать лучи радия или отбрасывать тень на пленку. Лучше всего применять для этой цели шпагат, деревянную подставку со сверлениями для капсул, или бюреточный зажим на деревянном штативе.

Время экспозиции определяется количеством энергии  $\gamma$ -лучей, достигающей пленки, и эффективно используемой или действующей на ее чувствительную эмульсию прямым или косвенным путем. Количество этой энергии определяется следующими данными: 1) количеством радия в фокусе, 2) фокусным расстоянием, 3) временем  $\gamma$ -излучения; 4) толщиной сечения, плотностью и химическим составом просвечиваемых материалов; 5) чувствительностью эмульсии пленки; 6) свойствами применяемых экранов; 7) взаимным расположением радия и пленки относительно просвечиваемого объекта.

Экспозиция должна ограничиваться временем, необходимым и достаточным для получения полного изображения на пленке внутреннего строения металла изделия.

Известные решения последнего предложения состоят в определении времени экспозиции по опытным таблицам, по сочетанию их с одиночной кривой графиков, построенных для частных значений переменных (2), по кривой графика с постоянным фокусным расстоянием и весом радия (4) или графическими методами (3), с последующими экстра- и интраполяциями.

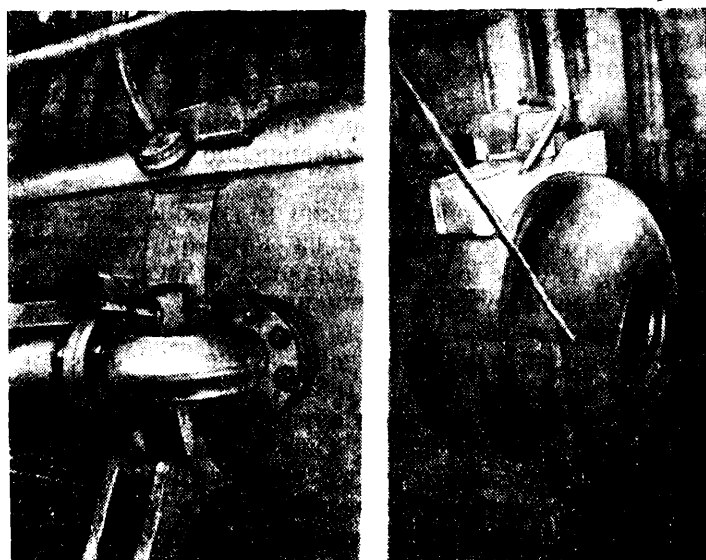


Рис. 3. Слева — крепление касет на середине барабана парового котла; справа — крепление касет к сварному шву, соединяющему днище с обечайкой барабана

На основе исследований и литературы автору удалось установить аналитическим методом функциональные зависимости, дающие возможность точного определения любых неизвестных при любых значениях переменных, практически удовлетворяющих требованиям современного радиографирования. Схема расположения радия относительно просвечиваемого полого шара с условными обозначениями, принятыми для интерпретации формул, представлена на рис. 4.

В основу решений положено следующее:

1. Радий и радиоактивные вещества, эквивалентные по излучению радию весом до 500 мг, являются точечными источниками энергии. Если радиоактивные вещества достаточно однородны физически и по химическому составу имеют форму шара, то очевидно, и большие веса их можно принимать в расчетах за точечные источники энергии.

2. Число  $P$  атомов, распадающихся в единицу времени и, следовательно, количество энергии лучей радиоактивного элемента, пропорционально их общему наличному количеству  $N$ :  $P = k \cdot N$ , где  $k$  — константы превращений.

3. За критерий энергии излучения принята масса радиоактивного вещества, количественно выраженная в граммах  $Ra$ . За критерий энергии излучения радона можно принять также  $P$ , что практически менее удобно.

4. В общем случае учитывается энергия, излучаемая всем спектром в целом. Фактически, при просвечивании металлов активными являются  $\gamma$ -лучи. Остальные части излучения, вследствие малой энергии относительно их массы и большого поглощения и рассеивания, практически выпадают из процесса вместе с некоторой частью  $\gamma$ -лучей.

5. Полагая, что в действительности  $\gamma$ -излучение состоит из  $n$ -монохроматических компонентов, приводимые ниже значения коэффициентов поглощения являются средними. Они могут быть использованы для решений практических задач со сферой (просвечивание полого шара) и с плоскостью (просвечивание плиты), без значительных погрешностей при толщине стали промышленного применения.

6. Энергия  $\gamma$ -лучей, достигающая пленки, используется для проработки изображения дефектов посредством химических реакций лишь частично. Остальная часть лучей проходит через пленку и бесполезно поглощается и рассеивается воздухом и окружающими предметами. Задача заключается в том, чтобы использовать максимум энергии лучей путем применения совершенных пленок, экранов и подобных средств, дающих максимальное количество фото- и комптон-электронов.

Количество энергии лучей, используемой для химических реакций в эмульсии, прорабатывающих изображения внутреннего строения тела шара на пленке, плотно прилегающей к его внешней

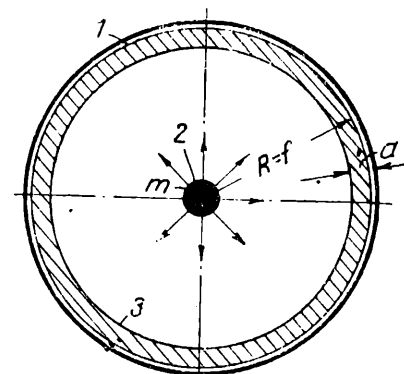


Рис. 4. 1 — пленка; 2 — радий; 3 — полый шар

поверхности, оценочно в условных единицах определяется формулой:

$$E = \frac{a \cdot b}{4\pi} \cdot m_t \cdot e^{-\sum_{i=1}^n \mu_i d_i} \cdot f^{-2} \cdot T, \quad (1)$$

где  $E$  — оценочное количество энергии  $\gamma$ -лучей в грамм-секундах, используемое на единице поверхности пленки и действующее, согласно законам энергетических превращений, одновременно по всей ее сферической поверхности, т. е. на каждой элементарной площадке (размерность в системе CGS  $2 \text{ сек/см}^2$ );

$m_t$  — масса радия или радиоактивного продукта в фокусе, выраженная в граммах Ra,

$f$  — фокусное расстояние от радия до пленки, см,

$T$  — время экспозиции, сек.,

$\mu_i$  — коэффициенты ослабления лучей, материалов на пути к пленке,  $1/\text{см}$ ,

$d_i$  — толщина материалов, через которые проходят лучи на пути к пленке, см,

$e$  — Неперово число,

$a$  — коэффициент чувствительности пленки,

$b$  — коэффициент усиления экранов.

При  $a \cdot b = 1$ ,  $E_1$  является оценочной характеристикой всей удельной энергии лучей, достигающей пленки с экранами, которая может быть измерена практически.

Оптимальная величина  $E$  постоянна для данных экранов и пленок при прочих переменных значениях величин (формула 1). Очевидно почернение пленки:  $D = \varphi(EI)$ , где  $I$  — фактор проявления и фиксажа. Применяя специальные средства, мы при меньших значениях  $E$  получаем одинаковый эффект почернения за счет развития сложных качественных и количественных энергетических превращений, более полно использующих исходную энергию лучей при меньших экспозициях и, следовательно, при меньшем расходе энергии радиоактивных веществ. Для оценки энергии лучей относительно количества распадающихся атомов, можно пользоваться зависимостью:  $E_p = kE$ . Дальнейшее уточнение должно учитывать дифференцированное распределение энергии распада по его составляющим.

Для радиографирования в качестве источников  $\gamma$ -лучей могут быть применены радиоактивные продукты распада урана, тория и актиния. При этом необходимо учитывать среднюю продолжительность жизни каждого из них. При приобретении лабораторией этих продуктов следует получать данные о весе (эквивалента Ra) по интенсивности  $\gamma$ -излучения, отнесенной к чистому радю, о дате производства и времени средней продолжительности жизни вещества. 1 мг эквивалент радия какого-либо из указанных продуктов распада есть то его количество, для которого число распадающихся в 1 сек. атомов равно числу распадающихся атомов 1 мг радия. 1 мг эквивалент радия по общей интенсивности  $\gamma$ -излучения какого-либо из продуктов распада есть то его количество, для которого излучение равно  $\gamma$ -излучению 1 мг радия по общей интенсивности.

Масса радиоактивного продукта по общему  $\gamma$ -излучению —  $m_t$  после периода времени  $t$  определяется формулой:

$$m_t = m_0 \cdot e^{-kt}, \quad (2)$$

где  $m_0$  — начальная масса эквивалента в граммах,  $k$  — константа распада данного продукта.

Средняя продолжительность жизни вещества  $\tau$  определяется формулой:

$$\tau = \frac{1}{k}. \quad (3)$$

Торий со средней продолжительностью жизни в 25 миллиардов лет имеет радиоактивные продукты своего распада со средней продолжительностью жизни от нескольких тысяч лет до нескольких секунд. Средняя продолжительность жизни радия составляет 2 295 лет. В практике для характеристики средней продолжительности жизни радиоактивного элемента пользуются обычно периодом полураспада ( $T_n$ ). Этот период определяется общим для всех радиоактивных веществ соотношением:  $k \cdot T_n = \ln 2$ . Для радия  $T_n = 1 580$  лет, для радона 3,825 дня. Исчерпывающие сведения по вышеприведенным характеристикам можно найти в справочниках физических констант.

В промышленной радиографии целесообразно иметь радиоактивные продукты с продолжительностью жизни 10—25 лет весом от 50 до 500 мг, отнесенным к чистому радю. Можно также пользоваться радиоактивными веществами с меньшими периодами полураспада и даже радоном, что все же менее удобно и требует учета распада вещества за время экспозиции.

Выбор количества радия по весу в одной ампуле производится по формулам, приводимым в настоящей работе (в зависимости от продукции завода).

Подставляя выражение для  $m_t$  в формулу (1), вводя фактор проявления и размерности  $c$ , учитывая также коэффициенты  $a$  и  $b$ , вводя показатель времени  $p$  законов фотохимического действия Шварца-Шильда и Бунзер-Роско, получим формулу для определения степени почернения  $D$  по  $XD$ :

$$D = c \cdot m_0 \cdot e^{-\left(kt + \sum_{i=1}^n \mu_i d_i\right)} \cdot f^{-2} \cdot T^p. \quad (4)$$

Формула (4) вследствие усложнения вычислений и необходимости знания различных значений  $c$  и  $p$  неудобна для пользования. Для практических

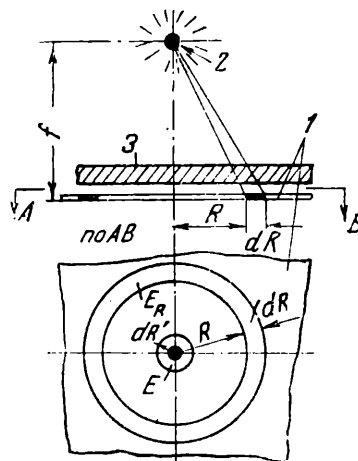


Рис. 5. 1 — пленка; 2 — радий; 3 — плата

работ целесообразны более простые формулы (1—10), которые дают хорошие результаты для почернений  $D < 1,5$  при сокращении времени экспозиции.

Не приводя подробного анализа десяти переменных, входящих в уравнение (например 4), пред-

ставяющего теоретический интерес, так как эти переменные в свою очередь являются параметрами, независимыми переменными и функциями, следует указать на методику пользования формулами. Практическое значение могут иметь, например, краевые условия факторов:  $k$ ,  $d$ ,  $\mu$  и  $t$ . Их следует рассматривать диалектически, с оценкой свойств применяемых материалов, которые при количественных и качественных изменениях давали бы желаемый результат.

Так, при больших значениях  $d$  исследуемых металлов  $\mu$  следует вычислять по формулам, определяющим  $\mu$  как функцию  $d$  и физико-химических характеристик компонентов, участвующих в процессе.

Коэффициент ослабления параллельного пучка монохроматических лучей  $\mu_m$  равен сумме коэффициента поглощения  $\mu_1$  и коэффициента рассеивания  $\sigma$ :  $\mu_m = \mu_1 + \sigma$ .

Коэффициент поглощения  $\mu_1$  связан с длиной волны  $\lambda$  поглощаемой энергии, атомным номером поглощающего элемента  $z$  и удельным весом  $\beta$ , следующим соотношением:  $\mu_1 = \alpha \cdot \beta \cdot \lambda^3 z^3$ , где  $\alpha$  — постоянная.

Зависимость коэффициента рассеивания от удельного веса, порядкового номера элемента, атомного веса  $A$  и константы  $B$ , выражается формулой

$$\sigma = \frac{z}{A} \cdot B \cdot \beta.$$

Среднее значение коэффициента ослабления  $\mu$  для излучения, состоящего из  $n$  монохроматических компонентов, можно определять по формуле Гуревича (2). Для немонахроматического излучения  $\mu$  сам является функцией от  $d$ . Однако для обычных толщин металлов промышленного применения это не имеет существенного значения и в расчетах коэффициент  $\mu$  можно принимать постоянным.

Напротив, при больших значениях  $k$  (при

$$T > \frac{\ln 2}{20 \cdot k})$$

следует учитывать распад радиоактивного вещества за время экспозиции. В этом случае надо принимать:  $t = t_s + T$ , где  $t_s$  — время от момента получения радиоактивного элемента до начала экспозиции. Однако и это разделение времени для промышленной радиографии тоже несущественно, так как уже при  $T_n > 3$  месяцев влияние распада за практическое время экспозиции незначительно и  $t = t_s$ .

Решая уравнение (1) относительно  $T$ , получаем формулу для определения времени экспозиции при производстве снимков:

$$T = \frac{4 \pi}{a \cdot b \cdot m_i} \cdot e^{\sum_{i=1}^n \mu_i d_i} \cdot f^2 \cdot E. \quad (5)$$

Решая уравнение (5) относительно  $f$ , получим формулу для определения фокусного расстояния:

$$f = \sqrt{\frac{a \cdot b \cdot m_i \cdot T}{4 \pi \cdot E \cdot e^{\sum_{i=1}^n \mu_i d_i}}}. \quad (6)$$

В соответствии с п. 1 общих положений решения задачи, интенсивность  $\gamma$ -лучей на различных уровнях шаровых поверхностей, определяемых радиу-

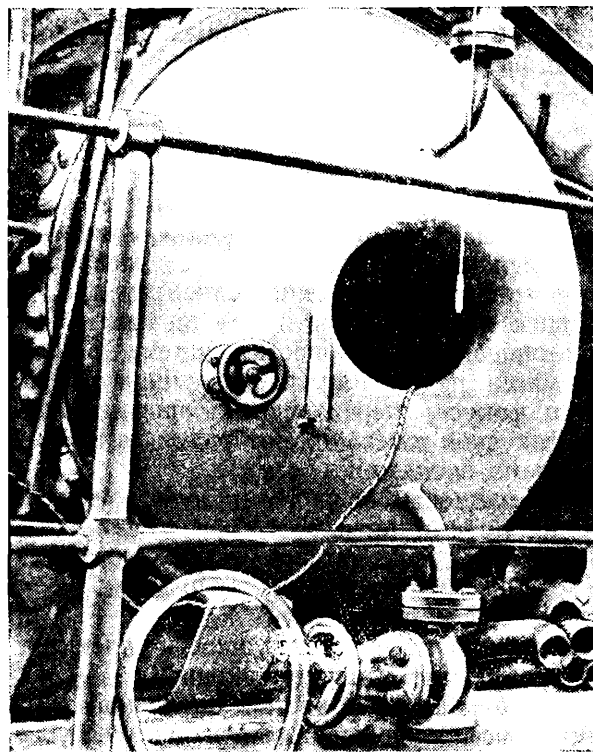


Рис. 6

сами сфер с центром, находящимся в фокусе, изменяется обратно пропорционально квадратам фокусных расстояний (или радиусов сфер). Для фиксированных фокуса и радиуса интенсивность  $\gamma$ -лучей можно считать постоянной на каждой элементарной площадке фиксированной сферы. Следовательно, при производстве снимков изделий с плоскими поверхностями (плиты) интенсивность  $\gamma$ -лучей на плоской пленке будет переменной величиной. Закон изменения энергии  $E$  при этом будет выражаться функциональной зависимостью:

$$E_R = E \cdot e^{\left(1 - \frac{VR^2 + R^2}{r}\right)} \cdot \sum_{i=1}^n \mu_i d_i \cdot \frac{f^2}{f^2 + R^2}, \quad (7)$$

где  $E_R$  — энергия  $\gamma$ -лучей, используемая для обработки изображений на элементарной площадке плоской пленки на расстоянии  $R$  от проекции фокуса на этой же пленке (рис. 5).

$R$  — радиус-вектор с началом в точке проекции фокуса на пленку и концом у начала элементарной площадки пленки.

Из формулы (7) следует, что при увеличении  $R$  энергия  $E_R$  (оценочная) будет уменьшаться. При  $R \rightarrow 0$ ,  $E_R \rightarrow E$ . При некотором значении  $R_1$  почернение, пропорциональное  $E_{R1}$ , будет недостаточным, в то время как у начала радиуса-вектора возможна передержка пленки. Если увеличивать  $f$  быстрее чем  $R$ , то влияние последнего на уменьшение  $E_R$  будет значительно меньшим, что очевидно следует из формулы (7). Поэтому для получения хороших снимков в случае плоской задачи рекомендуется для определения диаметра пленки  $\Phi = 2R$  в зависимости от  $f$  и  $d$  предварительно определять по формуле:

$$\Phi = 2R \leq f \leq (4 \div 7) \cdot d. \quad (8)$$

Пленки, применяемые для радиографирования, обычно прямоугольны, следовательно  $\Phi$  является диагональю прямоугольной пленки.  $\Phi$  и  $d$  обычно задаются производственными условиями,  $f$  определяется по формуле (8), после чего вычисляется время экспозиции  $T$  по формуле (9). При

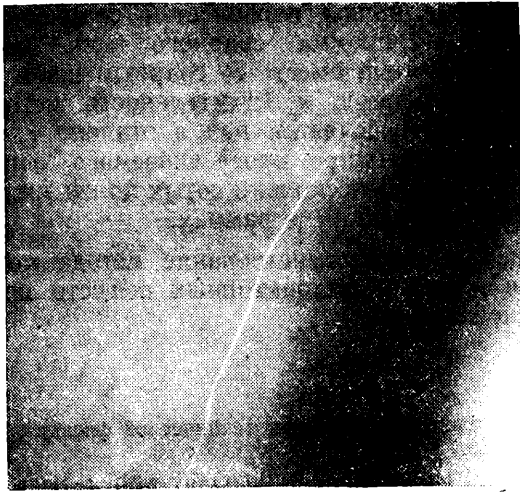


Рис. 7

этом, чем больше фокусное расстояние, тем выше чувствительность метода. Увеличение  $f$  ограничивается целесообразностью увеличения  $T$ . В практике чаще принимают для плоской задачи  $f = 200 - 500$  мм при отношении  $R: f \leq 0,4$ , а иногда для толстых сечений берут  $f = 0$ . Для случая сферы (полого шара), а также для цилиндра  $f$  не следует ограничиваться нижним пределом, однако, в последнем случае нужно принимать во внимание осевой размер пленки по образующей цилиндра, что при сварных поперечных швах несущественно.

Производя упрощения функций (1, 5 и 6) и зная только коэффициенты ослабления  $\gamma$ -лучей исследуемых металлов, данные для заводского радиографирования можно определять по формуле:

$$T = E_c \cdot m_i^{-1} \cdot e^{\sum_{i=1}^n \mu_i d_i} \cdot f^2, \quad (9)$$

где  $T$  — время экспозиции в часах,

$E_c$  — оценочный коэффициент количества энергии  $\gamma$ -лучей, используемой для проработки изображения изделия на элементарной площадке пленки в миллиграмм-часах при данных условиях (размерность  $\frac{\text{мг/час}}{\text{см}^2}$ ).

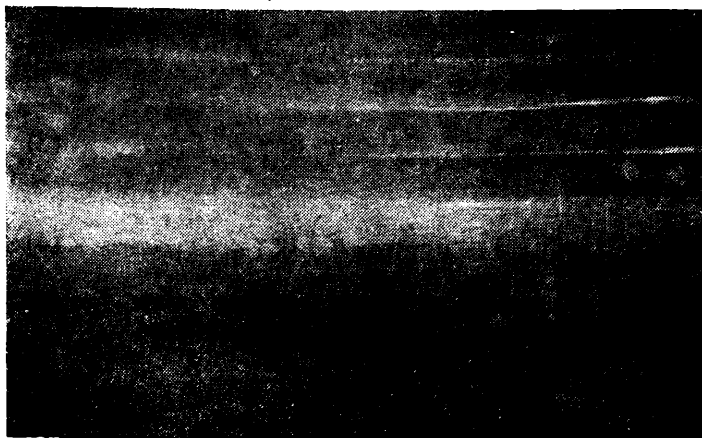


Рис. 8

Определение коэффициента ослабления  $\gamma$ -лучей для любого металла приближенно можно производить по формуле:

$$\mu_i = \mu_{ст} \cdot \frac{\rho_i}{\rho_{ст}}, \quad (10)$$

где  $\mu_i$  — коэффициенты ослабления  $\gamma$ -лучей металлов,  $1/\text{см}$ ,

$\mu_{ст}$  — коэффициент ослабления  $\gamma$ -лучей стали,  $1/\text{см}$ ,

$\rho_i$  — удельные веса металлов,  $\text{г/см}^3$ ,

$\rho_{ст}$  — удельный вес стали,  $\text{г/см}^3$ .

Таким образом, приведенные функциональные зависимости позволяют аналитически определить любую данность для радиографирования, построение же по формулам графиков номограмм и экспонометров не представляет затруднений для заводских лабораторий, имеющих под руками конкретные определенные средства радиографирования.

Предложенный автором аналитический метод является орудием исследования и практики для точного изучения и дальнейшего совершенствования и решения актуальных вопросов радиографии

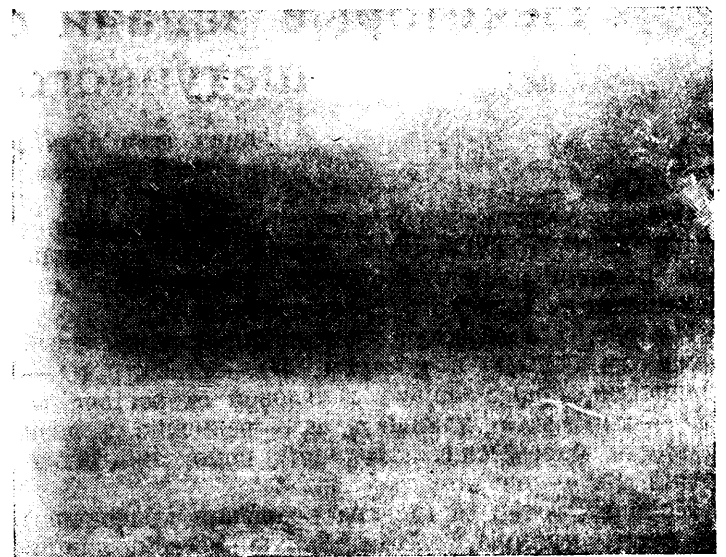


Рис. 9

(расчеты, конструирование и градуировка  $\gamma$ -приборов и препаратов).

**Пример.** Определить время экспозиции для просвечивания поперечного сварного шва стального цилиндрического барабана с наружным диаметром 100 см и толщиной стенки  $d_1 = 3,4$  см.

Даны: рентген-пленка фабрики № 5 ГУКП ОСТ 491; экраны: передний — свинцовый, задний — усиливающий, моющийся экран серии 52 Госхимфарм-завода им. Семашко;  $mt = 184$  мг;  $\mu_{ст} = (0,276 \div 0,304)$ ;  $\mu_{лат} = (0,298 \div 0,325)$ . Незначительным влиянием поглощения  $\gamma$ -лучей воздухом и касетами пренебрегаем как факторами, постоянными в процессе.

Опытным путем и вычислениями по формуле (9) автором установлены значения  $E_c$ , охватывающие все типы современных, лучших, распространенных промышленных экранов и рентген-пленок, колеблющихся в пределах  $(0,056 \div 0,09)$  мг час/см<sup>2</sup>.

Подставляя численные значения величин в формулу (9), получим:

$$T = 0,09 \cdot 184^{\frac{1}{2}} \cdot e^{0,276 \cdot 3,1 + 0,298 \cdot 0,1} \cdot 50^2 = 3,3 \text{ часа.}$$

Приводим примеры радиографирования из исследований автора.

На рис. 6 представлена подвеска кансулы с радиом относительно просвечиваемого сварного шва на днище барабана парового котла; на рис. 7 —  $\gamma$ -грамма участка трещины в теле днища барабана; на рис. 8 —  $\gamma$ -грамма сварного шва с небольшими включениями шлаков и газовых пузырей (на снимке

видны мелкие волны неровностей сварного шва); на рис. 9 —  $\gamma$ -грамма сварного шва высокого качества. Заснятый вместе со сварным швом эталон показывает высокую чувствительность метода; на снимке резко выделяется паз в эталоне глубиной 0,6 мм при толщине просвечиваемого металла в 37 мм. Трещины в несколько сотых долей миллиметра прекрасно видны на  $\gamma$ -граммах.

Дальнейшее совершенствование метода контроля металлов  $\gamma$ -лучами радиоактивных веществ является актуальной задачей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Мысовский и Т. С. Измайлова, Доклады Академии наук СССР, 1926.

2. И. И. Гуревич, А. П. Жданов и Я. К. Рошин,

Гамма-дефектоскопия. «Журнал технической физики», т. VIII, Вып. 12, 1938.

3. A manual on industrial Radiography with radium. By the Technical staff of Canadian Radium and Uranium Corporation, 1942.

## Некоторые задачи синтеза кривошипно-шатунного механизма

Канд. техн. наук, доц. В. Я. БЕЛЕЦКИЙ  
(Член Общества машиностроителей)

Основные уравнения для аналитического решения задач синтеза механизмов могут быть получены при помощи планов скоростей, построенных для механизма не заданного, а обращенного [1].

На рис. 1 изображен кривошипно-коромысловый механизм  $ABCD$ , в котором  $AD$  — стойка,  $AB$  — кривошип, вращающийся с угловой скоростью  $\omega$ ,  $CD$  — коромысло, длиной  $r_s$ ,  $\omega_s$  — величина угловой скорости коромысла в заданном положении механизма,  $BC$  — шатун.

Если из точки  $A$  (центра вращения кривошипа) провести прямую, параллельную осевой линии шатуна  $BC$  до пересечения ее в точке  $c$  с осевой линией коромысла  $CD$ , то полученный треугольник  $ABc$  явится повернутым планом скоростей обращенного механизма (со стойкой  $AB$  и кривошипом  $AD$ ). При этом длина отрезка  $Dc$  [1] равна:

$$(Dc) = \left(1 + \frac{\omega_s}{\omega}\right) r_s. \quad (1)$$

Знак минус нужно здесь брать при вращении кривошипа и коромысла в одинаковом направлении (как на рис. 1), а знак плюс — при их вращении в противоположных направлениях.

Известно, что кривошипно-шатунный механизм можно рассматривать как частный случай кривошипно-коромыслового механизма. Поэтому зависимость (1) распространяется и на кривошипно-шатунный механизм. В нем нет, однако, шарнирной точки  $D$  (она как бы удалена на бесконечно большое расстояние от точки  $A$ ) (рис. 2), в результате чего отложить отрезок невозможно. Однако мы можем отложить отрезок  $Cc$ , который (как видно из рис. 1) равен:

$$(Cc) = (CD) - (Dc) = r_s - (Dc),$$

или из равенства (1):

$$(Cc) = + \frac{v}{\omega}, \quad (2)$$

где  $v$  — линейная скорость точки  $C$ .

В соответствии со сказанным построим повернутый план скоростей  $ACc$  обращенного кривошипно-шатунного механизма при движении ползушки к центру (рис. 3) и при ее движении от центра (рис. 4) вращения кривошипа.

Примем следующие обозначения:  $r_1$  — длина кривошипа;  $r_2$  — длина шатуна;  $a$  — величина смещения (дезаксаж);  $s$  — расстояние от шарнирной точки  $C$  ползуна до основания перпендикуляра, опущенного из центра вращения кривошипа на линию движения ползуна;  $\varphi$  — угол поворота кривошипа, отсчитываемый против движения стрелки часов от линии движения ползушки;  $\gamma$  — острый угол, образуемый осевой линией шатуна с перпендикуляром к направлению движения ползушки.

Из рис. 3 следует, что:

$$s = \left(\frac{v}{\omega} + a\right) \operatorname{tg} \gamma, \quad (3)$$

а из рис. 4

$$s = \left(\frac{v}{\omega} - a\right) \operatorname{tg} \gamma. \quad (4)$$

Отсюда находим, что при прямом ходе (когда ползун приближается к центру кривошипа)

$$a = s \cdot \operatorname{ctg} \gamma - \frac{v}{\omega}, \quad (5)$$

а при обратном ходе

$$a = - \left(s \cdot \operatorname{ctg} \gamma - \frac{v}{\omega}\right). \quad (6)$$

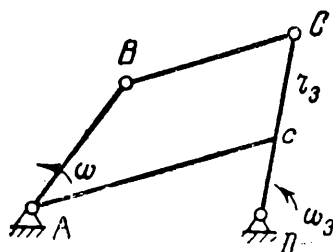


Рис. 1

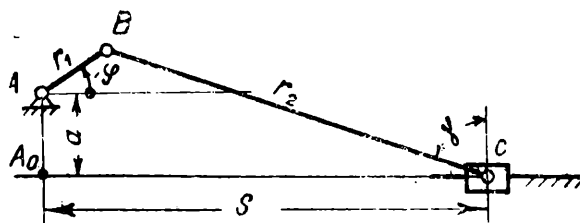


Рис. 2

Построив в масштабе  $v_r$  план скоростей  $pbc$  (рис. 5) кривошипно-шатунного механизма, изображенного на рис. 2, на основании теоремы синусов находим:

$$\frac{(pc)}{(pb)} = \frac{\cos(\varphi - \gamma)}{\sin \gamma}.$$

Так как отрезки:

$$(-pc) = \frac{v}{\omega} \text{ и } (pb) = \frac{\omega \cdot r_1}{\omega_r},$$

то

$$r_1 = \frac{v}{\omega} \cdot \frac{\sin \gamma}{\cos(\varphi - \gamma)}. \quad (7)$$

Спроектировав контур  $A_0ABC$  (рис. 2) на линию  $A_0C$ , получим:

$$r_2 = \frac{s - r_1 \cos \varphi}{\sin \gamma}, \quad (8)$$

или, в силу равенства (7),

$$r_2 = \frac{s}{\sin \gamma} - \frac{v}{\omega} \cdot \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi - \gamma)}. \quad (9)$$

При помощи формул (5) — (9) можно разрешать различные задачи синтеза кривошипно-шатунного механизма.

Приведем решение трех частных задач.

**Задача первая.** Спроектировать кривошипно-шатунный механизм по заданному ходу ползушки и коэффициенту изменения скорости хода.

Коэффициентом изменения скорости хода называется, как известно, отношение продолжительности рабочего хода к продолжительности холостого. Если обозначить угол  $C_1AC_2$  (рис. 6) через  $\theta$ , то между  $\theta$  и величиной коэффициента изменения скорости хода  $k$  существует [2] (формулы [11, 12]) такая зависимость:

$$\theta = 180^\circ \frac{k-1}{k+1}. \quad (10)$$

Величина хода ползушки  $S$  определяет расстояние между ее крайними положениями. Для решения задачи нужно рассмотреть два положения механизма, крайних для ползушки.

В этих положениях скорости ползушки  $v_1$  и  $v_2$  равны нулю и, как видно из рис. 6.

$$\varphi_1 = 90^\circ + \gamma_1$$

и

$$\varphi_2 = 270^\circ + \gamma_2.$$

Поэтому формулы (5), (6) и (8) доставляют следующую систему уравнений:

$$a = -s_1 \quad \text{tg } \varphi_1 = -s_2 \cdot \text{tg } \varphi_2 \quad (11)$$

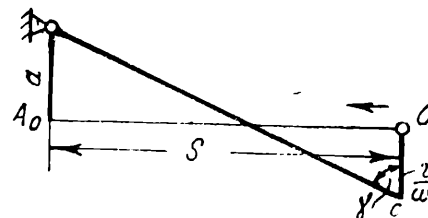


Рис. 3

и

$$r_2 = \frac{s_1 - r_1 \cos \varphi_1}{-\cos \varphi_1} = \frac{s_2 - r_2 \cos \varphi_2}{\cos \varphi_2}. \quad (12)$$

Уравнение (7) обращается в неопределенность вида  $\frac{0}{0}$ .

Так как ход ползуна (рис. 6)

$$S = s_2 - s_1, \quad (13)$$

то из уравнения (11) можно получить следующую зависимость:

$$\text{tg } \varphi_1 \cdot \text{ctg } \varphi_2 = 1 + \frac{S}{s_1}, \quad (14)$$

или

$$\text{tg } \varphi_1 \cdot \text{ctg } \varphi_2 = 1 - \frac{S}{a} \text{tg } \varphi_1. \quad (15)$$

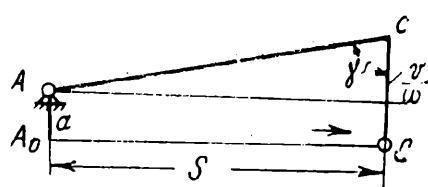


Рис. 4

Из рис. 6 видно, что:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \pi + \theta. \quad (16)$$

Подставляя это значение угла  $\varphi_2$  в уравнение (15), после элементарных преобразований, приходим к следующему квадратному относительно  $\text{tg } \varphi_1$  уравнению:

$$\left( \frac{S}{a} \cdot \text{ctg } \theta - 1 \right) \text{tg}^2 \varphi_1 + \frac{S}{a} \text{tg } \varphi_1 - 1 = 0 \quad (17)$$

Из уравнения (12) находим

$$r_1 = 0,5 \left( \frac{s_2}{\cos \varphi_2} + \frac{s_1}{\cos \varphi_1} \right). \quad (18)$$

**Пример 1.** Пусть задано: ход ползушки  $S=30$  см, коэффициент изменения скорости хода  $k=1,2$  и величина смещения механизма (дезаксаж)  $a=10$  см.

По формуле (10)

$$\theta = 180^\circ \frac{1,2-1}{1,2+1} = 16^\circ.$$

Подставляя в формулу (17) известные значения величин  $S$ ,  $a$  и  $\theta$ , получим:

$$\operatorname{tg}^2 \varphi_1 + 0,32 \operatorname{tg} \varphi_1 - 0,1 = 0.$$

Отсюда  $\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,51$  и, следовательно,  $\varphi_1 = 153^\circ$ . Согласно формуле (16)

$$\varphi_2 = 153^\circ + 180^\circ + 16^\circ = 349^\circ.$$

Теперь из формулы (11) находим:

$$s_1 = -a \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1 = -10 \text{ см} \cdot \operatorname{ctg} 153^\circ = 19,6 \text{ см}.$$

По формуле (13):

$$s_2 = S + s_1 = 30 \text{ см} + 19,6 \text{ см} = 49,6 \text{ см}.$$

Наконец, искомые длины кривошипа и шатуна:

$$r_1 = 0,5 \left( \frac{49,6 \text{ см}}{\cos 349^\circ} + \frac{19,6 \text{ см}}{\cos 153^\circ} \right) = 14,3 \text{ см} \quad (18)$$

и

$$r_2 = -\frac{19,6 \text{ см}}{\cos 153^\circ} + 14,3 \text{ см} = 36,3 \text{ см}. \quad (12)$$

Полученный механизм изображен на рис. 7.

В этом примере в дополнение к основным параметрам  $S$  и  $k$  (по которым, по условию рассматриваемой задачи, проектируется кривошипно-шатунный механизм) выбрана величина  $a$ . Совершенно очевидно, что дополнительным параметром может служить одна из следующих величин:

$$a, s_1, s_2, \gamma_1, \gamma_2, \varphi_1 \text{ и } \varphi_2.$$

**Задача вторая.** Спроектировать кривошипно-шатунный механизм, в котором при заданном ходе ползушки угол передачи давления во время рабочего хода механизма не был меньше наперед заданной величины.

Угол передачи давления называется [2] острый угол между направлениями абсолютной и относительной скоростей ведомого звена механизма. В кривошипно-шатунном механизме с ведомым звеном-ползушкой угол передачи давления есть угол между осевой линией шатуна и перпендикуляром к линии движения ползушки, т. е. угол, ранее обозначенный через  $\gamma$ .

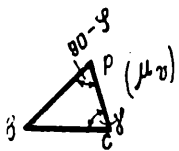


Рис. 5

Как известно, к. п. д. машины в значительной степени зависит от величины наименьшего угла передачи давления  $\gamma$ . Установлено, что он не

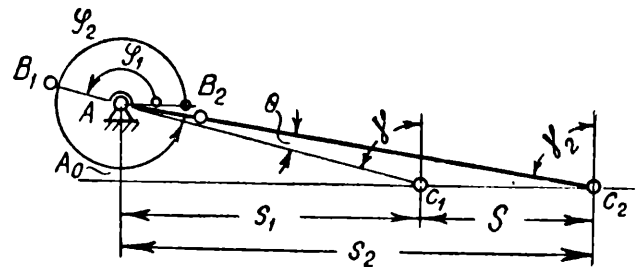


Рис. 6

должен быть меньше некоторой, вперед заданной, величины  $\gamma_3$ . Следовательно, прежде всего необходимо установить, в каких положениях кривошипно-шатунного механизма  $\gamma$  приобретает наименьшее значение.

Для любого положения кривошипно-шатунного механизма (рис. 2) можно написать такую зависимость:

$$r_1 \cdot \sin \varphi + a = r_2 \cdot \cos \gamma.$$

Беря производную от обеих частей этого равенства по углу поворота кривошипа  $\varphi$ , находим

$$\frac{d\gamma}{d\varphi} = -\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \gamma}.$$

Приравнявая отношение переменных величин  $\frac{\cos \varphi}{\sin \gamma}$  нулю, убеждаемся, что угол  $\gamma$  принимает экстремальное значение при углах:  $\varphi = 90^\circ$  и  $\varphi = 270^\circ$ , т. е. в тех положениях кривошипно-шатунного механизма, когда кривошип перпендикулярен к линии движения ползушки. Как легко убедиться, при указанных положениях угол  $\gamma$  принимает именно минимальные значения: вторая производная, т. е.  $\frac{d^2\gamma}{d\varphi^2}$  — больше нуля. Тогда возникает вопрос: в каком же из двух положений механизма при  $\gamma = 90^\circ$  или при  $\varphi = 270^\circ$  угол  $\gamma$  будет меньше? Ответ ясен из зависимости (8): наименьшей из двух величин, определенных при углах  $\varphi = 90^\circ$  и  $\gamma = 270^\circ$ , соответствует и меньший угол  $\gamma$ . Другими словами, наименьшему углу передачи давления кривошипно-шатунного механизма соответствует то из двух положений, когда кривошип и линия движения ползушки взаимно перпендикулярны, при котором ползушка находится ближе к центру вращения кривошипа.

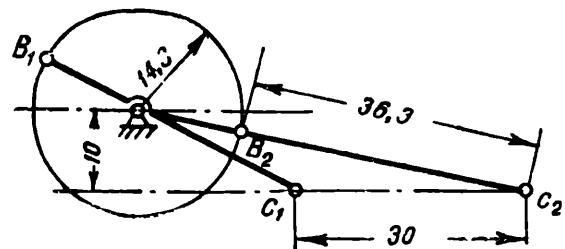


Рис. 7.

Из рис. 8 и 9 убеждаемся, что в том случае, когда центр вращения кривошипа расположен над линией движения ползушки (рис. 8), минимальный угол давления будет при  $\varphi = 90^\circ$ , а в противном случае (рис. 9) — при  $\varphi = 270^\circ$ .

Итак, для учета наименьшего угла передачи давления нужно рассмотреть одно положение механизма, в зависимости от указанных условий при  $\varphi = 90^\circ$  или при  $\varphi = 270^\circ$ . Кроме того, для решения задачи синтеза, как известно из предыдущего, нужно рассмотреть два положения механизма. Таким образом, решение главной задачи приводится к решению задачи синтеза кривошипно-шатунного

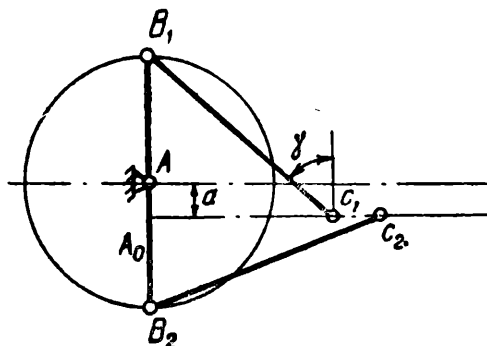


Рис. 8

механизма по трем его положениям — двум крайним и одному, когда угол передачи в рабочем ходе становится минимальным.

Обозначим крайнее положение ползушки (рис. 10) индексом 1, второе — индексом 2, и положение, соответствующее наименьшему значению угла передачи давления в рабочем ходе, — индексом 3. Примем, что рабочий ход совершается при движении ползушки слева направо.

На основании уравнений (11) для двух крайних положений и формулы (6), когда

$$S = s_3, \quad \gamma = \gamma_3 \text{ и } v = v_3,$$

получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} a &= -s_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = -s_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = \\ &= -\left( s_3 \cdot \operatorname{ctg} \gamma_3 - \frac{v_3}{\omega} \right), \end{aligned} \quad (19)$$

или, в силу зависимости (13):

$$\begin{aligned} a &= -s_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = -(S + s_1) \operatorname{tg} \varphi_2 = \\ &= -\left( s_3 \cdot \operatorname{ctg} \gamma_3 - \frac{v_3}{\omega} \right). \end{aligned} \quad (20)$$

При помощи уравнения (18), учитывающего оба крайние положения ползушки, и, применяя формулу (7) для третьего положения механизма, имеем:

$$r_1 = 0,5 \left( \frac{s_2}{\cos \varphi_2} + \frac{s_1}{\cos \varphi_1} \right) = \frac{v_3}{\omega}. \quad (21)$$

Воспользовавшись, наконец, выражением (12), определяющим длину шатуна  $r_2$  по двум крайним положениям ползушки, и формулой (8) для третьего положения ее, и имея также в виду зависимости (13) и (21), находим:

$$r_2 = -\frac{s_1}{\cos \varphi_1} + \frac{v_3}{\omega} = \frac{S + s_1}{\cos \varphi_2} - \frac{v_3}{\omega} = \frac{s_3}{\sin \gamma_3}. \quad (22)$$

Таким образом, для решения поставленной задачи мы располагаем системой из четырех уравнений (20) и (22) (по два уравнения в каждой

строке). Из них и подлежат определению следующие величины:

$$s_1, s_3, \varphi_1, \varphi_2 \text{ и } \frac{v_3}{\omega}.$$

Следовательно, число уравнений равно четырем, а число неизвестных — пяти. Таким образом, одной из неизвестных величин нам придется задаться.

Зададимся, например, величиной  $\varphi_1$ .

Решая систему из четырех уравнений с четырьмя неизвестными, приходим к следующим результатам:

$$\sin \varphi_2 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{m}, \quad (23)$$

где:

$$m = \frac{1}{\cos \varphi_1} \left[ \frac{2}{\cos \gamma_3 - 1} (1 + \sin \varphi_1) + 1 \right], \quad (24)$$

$$s_1 = \frac{S}{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2 - 1}, \quad (25)$$

$$\frac{v_3}{\omega} = 0,5 \left( \frac{s_2}{\cos \varphi_2} + \frac{s_1}{\cos \varphi_1} \right) = r_1, \quad (26)$$

$$s_3 = 0,5 \left( \frac{s_2}{\cos \varphi_2} - \frac{s_1}{\cos \varphi_1} \right) \cdot \sin \gamma_3. \quad (27)$$

Переходим к частному примеру.

**Пример 2.** Заданы: ход ползушки  $S = 20$  см, угол поворота кривошипа при внутреннем крайнем положении ползушки (рис. 10)  $\varphi_1 = 170^\circ$ , минимально допустимый угол давления передачи в рабочем ходе  $\gamma_3 = 70^\circ$ .

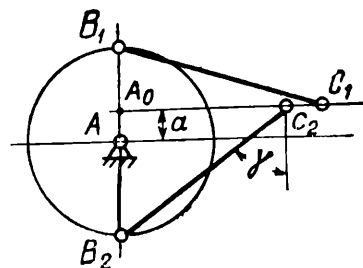


Рис. 9.

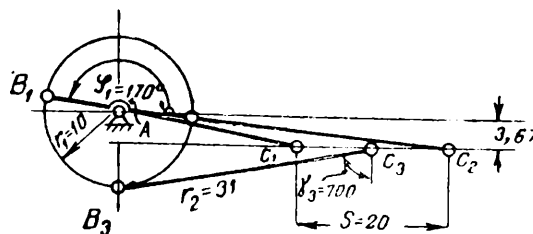


Рис. 10

Прежде всего находим, что величина

$$\begin{aligned} m &= \frac{1}{\cos 170^\circ} \left[ \frac{2}{\cos 70^\circ - 1} (1 + \sin 170^\circ) + 1 \right] = \\ &= 2,5. \end{aligned} \quad (24)$$

Подставив найденное значение в формулу (23), получаем

$$\sin \varphi_2 = \frac{\operatorname{tg} 170^\circ}{2,5} = -0,08,$$

или

$$\varphi_2 = 355^\circ.$$

Затем по формуле (25) находим:

$$s_1 = \frac{20 \text{ см}}{\lg 70^\circ \cdot \operatorname{ctg} 355^\circ - 1} = 20,3 \text{ см}.$$

Так как (формула 13):

$$s_2 = s_1 \cdot S, \text{ то } s_2 = 20,3 \text{ см} \cdot 20 \text{ см} = 40,3 \text{ см}.$$

Согласно уравнению (19) имеем:

$$a = -s_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 20,3 \text{ см} \operatorname{tg} 170^\circ = 3,67 \text{ см}.$$

По формуле (21) находим:

$$r_1 = 0,5 \left( \frac{40,3 \text{ см}}{\cos 355^\circ} + \frac{20,3 \text{ см}}{\cos 170^\circ} \right) = 10 \text{ см}$$

и по формуле (22)

$$r_2 = -\frac{20,3 \text{ см}}{\cos 170^\circ} + 10 \text{ см} = 31 \text{ см}.$$

Найденный механизм показан на рис. 10.

**Задача третья.** Спроектировать кривошипно-шатунный механизм по заданным: ходу ползушки, коэффициенту изменения скорости хода и минимальному углу передачи давления.

Ход решения этой задачи принципиально ничем не отличается от предшествующей. Здесь следует лишь величину  $\sin \varphi_2$ , в силу зависимости (16), заменить величиной  $\sin(\varphi_1 + \pi + \theta)$  [или же вместо  $\sin \varphi_1$  поставить  $\sin(\pi + \varphi_1 + \theta)$ ].

Подставляя в уравнение (23) вместо  $\sin \varphi_2$  величину  $\sin(\pi + \varphi_1 + \theta)$ , и вместо  $m$  — ее значение из уравнения (24), после преобразований получаем следующее трансцендентное уравнение:

$$\frac{1}{\sin \varphi_1} = \frac{1}{\sin(\pi + \theta + \varphi_1)} + \frac{2 \left( 1 + \frac{1}{\sin \varphi_1} \right)}{1 - \cos \gamma_3}. \quad (28)$$

**Пример 3.** Заданы: ход ползушки  $S = 25 \text{ см}$ , коэффициент изменения скорости хода  $k = 1,2$ , минимальный угол давления  $\gamma_3 = 70^\circ$ . По формуле (10) находим:

$$\theta = 180^\circ \frac{1,2 - 1}{1,2 + 1} = 16^\circ.$$

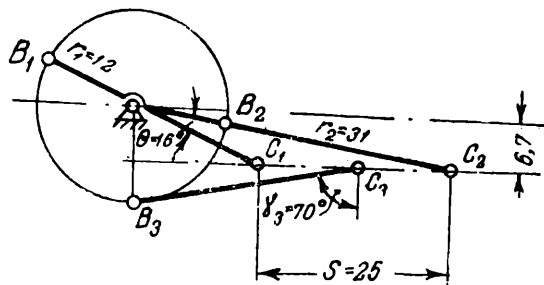


Рис. 11

Для заданного значения  $\gamma_3 = 70^\circ$  и найденной величины  $\theta = 16^\circ$  уравнение (28) примет следующий вид:

$$\frac{1}{\sin \varphi_1} = \frac{1}{\sin(196^\circ + \varphi_1)} + 3 \left( 1 + \frac{1}{\sin \varphi_1} \right),$$

или

$$-\frac{r}{\sin \varphi_1} = \frac{1}{\sin(196^\circ + \varphi_1)} + 3.$$

Отсюда находим, что  $\varphi_1 = 157^\circ$ .

Значит,  $\varphi_2$  [см. уравнение (16)] равно:

$$\varphi_2 = 157^\circ + 180^\circ + 16^\circ = 353^\circ.$$

Из формулы (14) имеем:

$$s_1 = \frac{25 \text{ см}}{\operatorname{tg} 157^\circ \cdot \operatorname{ctg} 353^\circ - 1} = 16 \text{ см}.$$

На основании уравнения (19) находим:

$$a = -16 \text{ см} \operatorname{tg} 150^\circ = 6,7 \text{ см}.$$

Длина кривошипа определяется по формуле (21):

$$r_1 = 0,5 \left( \frac{41 \text{ см}}{\cos 353^\circ} + \frac{16 \text{ см}}{\cos 157^\circ} \right) = 12 \text{ см}.$$

Наконец, по формуле (22) получим:

$$r_2 = -\frac{16 \text{ см}}{\cos 157^\circ} + 12 \text{ см} = 31 \text{ см}.$$

Искомый механизм изображен на рис. 11.

В статье приведены решения лишь трех частных задач синтеза кривошипно-шатунного механизма. Несомненно, что полученные основные формулы [(5)—(8)] позволяют решать и иные, т. е. по другим проектным заданиям, задачи синтеза кривошипно-шатунного механизма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Я. Белецкий, Новый метод синтеза плоских четырехзвенных механизмов, «Вестник инженеров и техников» № 11—12, 1946.

2. И. И. Артоболевский, Курс теории механизмов и машин, Гостехиздат, 1945.

# Пористое хромирование поршневых колец

Инженер Г. К. ШВЫРЯЕВ

(Член Комитета гальваностегии ВСНТО)

При эксплуатации двигателей внутреннего сгорания чугунные поршневые кольца значительно изнашиваются по наружной, радиальной поверхности. В результате этого кольца неплотно прилегают к стенкам цилиндров, происходит дымление, возрастает расход масла, получаются риски, задиры на трущихся поверхностях, двигатель не отдает полной мощности и, наконец, выбывает из строя. Надежная и длительная работа поршневых колец практически достигается путем выбора металла соответствующего качества для их изготовления, а также конструктивным оформлением, обеспечивающим плотное прилегание колец по наружной поверхности к стенкам цилиндров и по торцу в канавках поршня.

Согласно исследованиям Гинцбурга (НАТИ) металл для поршневых колец должен удовлетворять следующим требованиям: 1) обладать в рабочих условиях наивысшей прочностью при низком модуле упругости и 2) иметь возможно малую истираемость. Уменьшение истираемости достигается за счет применения легирования, закалки, тщательной обработки поверхности зеркала цилиндров и нанесения специальных покрытий.

Требованиям рациональной эксплуатации поршневых колец удовлетворяют такие металлические покрытия наружной поверхности, которые способствуют легкой приработке колец к зеркалу цилиндра и одновременно увеличивают сопротивление износу.

По результатам научно-исследовательских и экспериментальных работ, проведенных Центральной научно-экспериментальной базой ВВС, заграничными фирмами и другими организациями, установлено, что уменьшения износа поршневых колец практически можно добиться путем нанесения на их наружную поверхность различных покрытий гальваническим или химическим способами.

Для поршневых колец автомобильных моторов американскими фирмами рекомендуются следующие виды покрытий<sup>1</sup>, часть которых может быть успешно применена и для других двигателей внутреннего сгорания.

**«Ферракс».** Покрытие толщиной до 0,0076 мм состоит из магнитной окиси железа ( $Fe_3O_4$ ). Получается оно при нагревании колец до  $538^\circ C$  в газобразной окислительной атмосфере. Толщина слоя пленки должна предусматривать дальнейшую механическую обработку и поэтому тщательно регулируется в процессе получения. Основное назначение поршневых колец — создание герметичности поршня, и одной из причин, влияющих на утечку газа, помимо неплотности прилегания колец, является их коробление.

При нагреве колец до указанной температуры вполне возможна некоторая их деформация. Так как само покрытие (магнитная окись железа)

весьма твердое, то эффективность его сомнительна, и поэтому оно не может быть рекомендовано для массового применения.

**«Граносил»** состоит из фосфатов железа и марганца, получается при обработке в соответствующих растворах при температуре  $99^\circ C$  в течение 60—90 мин. Слой фосфатированной поверхности достигает 0,006 мм. Габариты колец изменяются в пределах не более 4 микрон. Фосфатированные изделия вообще имеют темную серую крупно кристаллическую и шероховатую поверхность, которая обладает замечательной адгезионной способностью и хорошо впитывает масло. В зависимости от методов предварительной обработки поверхности, кристаллы и, соответственно, шероховатость, могут быть крупными или иметь бархатистый вид.

**«Алтинизация».** На поверхность поршневых колец наносится гальваническим способом слой металлического олова толщиной 0,002—0,005 мм. Олово — весьма мягкий металл, имеет практическое применение для покрытия некоторых деталей двигателей внутреннего сгорания на период их приработки.

Олово может быть нанесено на поверхность колец в щелочных или кислых электролитах.

**«Сэрфайд».** При обработке колец в растворе едкого натра, серы и воды на их поверхности образуется очень тонкий пористый слой сульфида железа. Покрытие, имея небольшой пористый слой, предназначается, повидимому, только на первоначальный непродолжительный период приработки колец к стенкам цилиндров.

**«Графитокс».** Покрытие состоит из фосфатов железа и цинка.

При применении специальных активизаторов покрытие получается очень пористым. В последующем на него наносится эмульсия растворимого масла и воды с содержанием коллоидального графита. Введение в пористый слой фосфатированной поверхности коллоидального графита, безусловно, улучшит работу поршневых колец. В этом — значительное преимущество данного метода перед покрытиями типа «Ферсайд», «Граносил» и «Сэрфайд».

Экспериментальные работы, проведенные автором по графитированию пористой хромированной поверхности цилиндров, дали вполне удовлетворительные результаты и поэтому фосфатированные кольца по методу «Графитокс», возможно, найдут себе практическое применение тоже и по хромированной поверхности.

По данным американских фирм сравнительные испытания на работающих моторах непокрытых колец и колец, имеющих покрытия, нанесенные описанными способами, показали незначительный износ последних, отсутствие надиров и заусениц в период их приработки.

Практически в ряде отраслей промышленности как в период Отечественной войны, так и в мирное

<sup>1</sup> «Авиационные материалы», № 1, 1941.

время, производилось и производится в большом количестве восстановление гильз блоков и цилиндров двигателей внутреннего сгорания методом хромирования.

Из всех перечисленных видов покрытия для хромированной поверхности могут быть рекомендованы поршневые кольца с нанесенным слоем олова или фосфатированные с последующим графитированием. При проведенных автором испытаниях поршневых колец, покрытых медью и цинком, было выявлено, что по истечении примерно 3 часов работы на моторе и предварительной 4-часовой обкатки слой цинка и меди толщиной 0,03 мм, на внешней поверхности колец почти полностью сохранился. Внутренняя поверхность цилиндров была хромирована и имела пористость типа «рябчиковой» («рябчиковая» хромированная поверхность получается после обработки хрома на аноде через сетку с диаметром отверстий 1,5—2 мм и шагом между ними 5—6 мм).

Наиболее эффективным покрытием по наружной, радиальной поверхности, поршневых колец является пористое хромирование.

Поршневые кольца, покрытые пористым хромом, имеют широкое применение для двигателей внутреннего сгорания вследствие таких преимуществ по сравнению с обычными:

- 1) кольца легко притираются к стенкам цилиндров и обеспечивают быструю приработку;
- 2) значительно повышают сопротивление износу за счет твердости электролитического хрома;
- 3) увеличивают срок службы в 3—5 раз с одновременным уменьшением износа цилиндров;
- 4) увеличивают время между ремонтами и сохраняют к. п. д. двигателя.

Быстрая приработка хромированных поршневых колец к рабочей поверхности цилиндров осуществляется за счет пористости хрома, которая образуется при проведении так называемой операции дехромирования (поршневые кольца обрабатываются в растворе, аналогичном ванне хромирования на аноде).

Пористость хрома на внешней поверхности поршневых колец должна быть точечного «питтингового» типа.

На рис. 1 показан разрез поршневого кольца после хромирования, а на рис. 2 — разрез с пористым хромом точечного типа, полученного после операции дехромирования. Пористость хрома может быть весьма различной по своей величине, поэтому при установлении режима работ по данной операции необходимо исходить из того, чтобы пористость обеспечивала легкую и быструю притирку колец к стенке цилиндров. При небольшой пористости кольца имеют твердую поверхность, которая очень плохо прирабатывается, в результате чего увеличивается износ зеркала цилиндров и повышается расход смазки.

При слишком большой пористости происходит чрезмерное снятие хромового покрытия с поверхности колец, ускоряется их износ и получается соответственно больший износ рабочей поверхности цилиндров.

После дехромирования возможно образование на поверхности колец пористого хрома канальчатого типа (с наличием сетки трещин). Такая поверхность получается при ведении процесса хромирования

при режиме, обеспечивающем канальчатый тип пористости.

Ввиду незначительной шероховатости хрома данного типа и наличия твердой поверхности, последняя не прирабатывается к стенкам цилиндров, а, наоборот, способствует увеличению их износа. Поэтому применение пористого хрома канальчатого типа для поршневых колец не рекомендуется.

Различные исследователи предлагают следующую глубину пористости хрома точечного типа и другие



Рис. 1. Разрез хромированного поршневого кольца

данные: Coyle<sup>1</sup> считает, что примерно 0,0005 — 0,001" (0,0127—0,0254 мм) удаляется с колец после травления (дехромирования) и остается ~ 0,004—0,006" (0,102—0,152 мм) по радиусу.

Garrett<sup>2</sup> определяет общую толщину слоя хрома тоже в 0,004—0,006" и глубину пористости 0,0007—

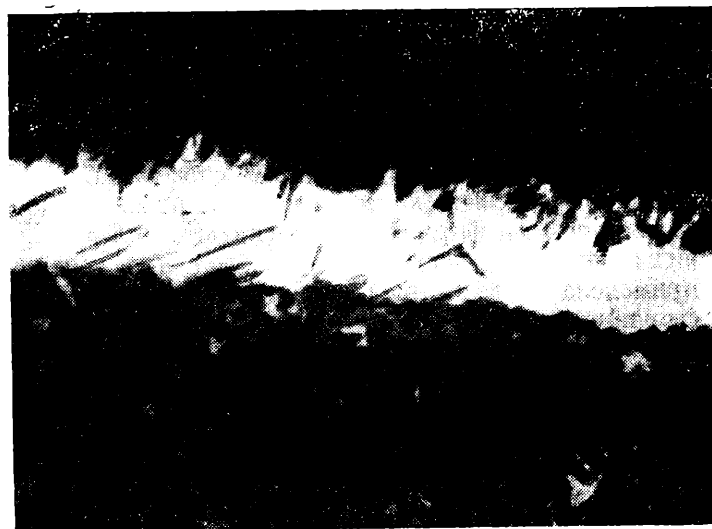


Рис. 2. Разрез поршневого кольца с пористым хромом, полученного после проведения операции дехромирования в течение 15 мин.

<sup>1</sup> Coyle T. G. Покрытие пористым хромом. — „Iron Age“ v. 154, № 1, 1944.

<sup>2</sup> Garrett T. C. Cylinder and ring life with porous chromium plated rings. „Mechanical Engineering“ 1943, v. 65, № 9, p. 633—635.

0,0015" (0,025—0,038 мм). Поверхность обрабатывается до 45—90 микродюймов R. M. S.

Удовлетворительной величиной пористости является также поверхность хрома, обработанная при операции дехромирования с продолжительностью 8—12 мин. Глубина пористости соответствует примерно  $\frac{1}{3}$  всего слоя хрома.

### Технология получения пористого хрома

Хромированию подвергаются оксидированные и неоксидированные поршневые кольца. Оксидный слой наносится для предохранения колец от коррозии.

Технологический процесс пористого хромирования состоит, в основном, из следующих стадий: 1) подготовка поверхности колец перед хромированием, 2) сборка и завеска в ванну хромирования, 3) хромирование, 4) получение пористого хрома, 5) термообработка, 6) механическая обработка.

### Подготовка поверхности колец перед хромированием

Обычно поршневые кольца, поступающие на хромирование, имеют обильную смазку, которая удаляется промывкой в органических растворителях. Полная очистка от жировых загрязнений достигается 2—3-кратной промывкой, причем последняя производится в чистом растворителе.

После промывки кольца продуваются очищенным сжатым воздухом или протираются чистой ветошью.

Оксидный слой может быть снят наждачной шкуркой или протравливанием в 10—20% растворе серной или соляной кислоты при температуре 8—25°C в течение 1—3 мин.

В процессе обработки колец в кислотных растворах одновременно с удалением оксидного слоя на их поверхности выявляются структурные составляющие чугуна — углерод и кремний, которые в дальнейшем могут служить причиной неудовлетворительного приставания хрома. Во избежание этого поршневые кольца должны подвергаться дополнительной очистке.

Для сравнения кольца хромировались без дополнительных операций и без анодного декапирования в растворе хромовой кислоты. Затем производилось хромирование с предварительным анодным декапированием при плотности тока 35—45 А/дцм<sup>2</sup> и продолжительности 1,5; 1; 0,5 мин. 20 и 10 сек.

В первом случае (без анодного декапирования) хромированные кольца были испытаны на моторе. До и после испытаний признаков отставания хрома не было. Однако при постукивании молотком по краям колец все же наблюдалось незначительное отставание хрома от их поверхности.

Во втором случае (с анодным декапированием) при продолжительности свыше 10 сек. наблюдалось отставание хрома в больших размерах. Поэтому данную операцию применять не рекомендуется. Дальнейшие исследования показали, что плотное сцепление хрома с основным металлом получается при декапировании колец в 2—3%-ном растворе плавиковой кислоты в течение 2—3 мин.

Для неоксидированных колец подготовка поверхности может быть значительно упрощена, а именно:

удаление консервационной смазки производится также в органических растворителях. Затем кольца обезжириваются венской известью или электролитически декапируются и хромируются.

По американским литературным данным рекомендуется следующая подготовка поверхности:

1) обезжиривание в трихлорэтилене в течение 15—20 мин.;

2) монтаж на подвески и заделка зазоров;

3) установка подвесок на станки и изоляция внутренней поверхности колец при вращении (250 об/мин.);

4) очистка наружной поверхности колец на станке вращающимися кожаными кругами с пемзой;

5) обезжиривание в течение нескольких минут в щелочной ванне;

6) промывка в проточной воде;

7) монтаж анодов и подвески;

8) протравливание (декапирование) в течение 10 сек. в обычном составе ванны хромирования при плотности тока до 55 А/дцм<sup>2</sup>.

### Сборка и завеска в ванну хромирования

Для хромирования поршневых колец могут быть применены подвески, в которых сборка колец производится в сжатом или свободном состоянии.

В первом случае зазоры заполняются свинцом, цапонлаком и эмалитом, а во втором — специально изготовленной вертикальной планкой по размерам зазора. Для хромирования колец рекомендуется тип подвески, представленной на рис. 3. Сборка колец на подвеску производится в специальных цилиндрах. При небольшой производительности хромирования колец может быть применена форма цилиндра, показанная на рис. 4. При массовом хромировании сборка производится в разъемной полой оправке (рис. 5).

Весьма большое значение имеет способ завески подвесок в ванну хромирования по отношению к анодам. Практически это можно осуществить как с цилиндрическими, так и с круглыми анодами, располагаемыми с четырех сторон подвески. Лучшая центровка подвески и равномерность покрытия хромом получаются при цилиндрических анодах, которые и рекомендуются для производства (рис. 6а).

При сборке на подвеску в стыках колец образуются небольшие зазоры. Их необходимо располагать по образующей линии по длине подвески и затем заделывать заподлицо с наружной поверхностью колец свинцом, цапонлаком или эмалитом.

### Хромирование

Электролитический хром, нанесенный на поверхность поршневых колец, должен иметь прочное сцепление с основным металлом, а также обладать соответствующей структурой, обеспечивающей ему высокую твердость и пористость точечного типа. Эти условия могут быть обеспечены путем тщательного проведения операций по подготовке поверхности, выдерживания определенного режима работ и поддержания в заданных интервалах состава электролита. В отличие от пористого хрома канальчатого типа, где электролиз производится при весьма точном соблюдении режима работ, получение пористого хрома точечного типа осуществляется в некотором интервале плотностей тока и температуры.

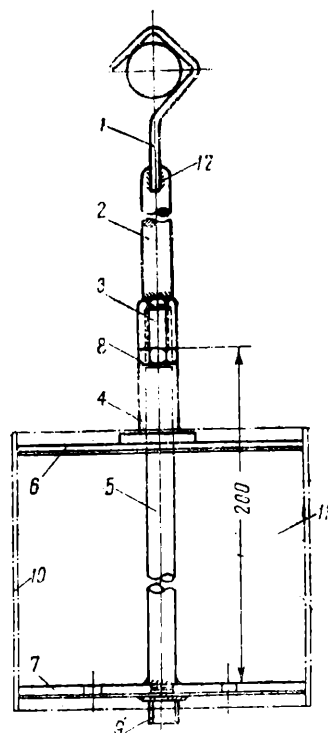


Рис. 3

Рис. 3. Подвеска для пористого хромирования поршневых колец. 1 — контактный крючок; 2 — стержень крюка; 3 — втулка стержня крюка; 4 — втулка; 5 — стержень подвески; 6 — верхний фланец; 7 — нижний фланец; 8 — стяжная чашка; 9 — бобышка; 10 — полая оправка; 11 — пакет поршневых колец; 12 — пайка медью.

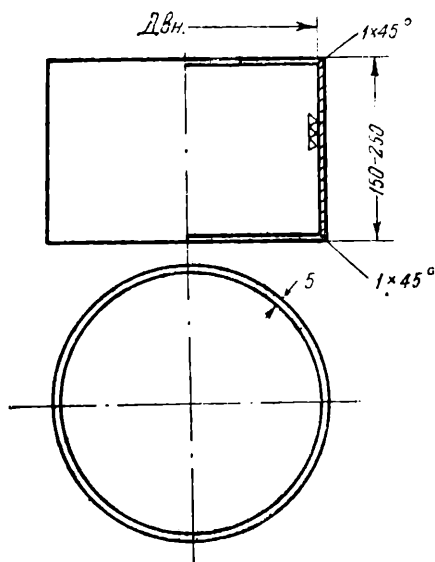


Рис. 4

Рис. 4. Цилиндр для сборки колец в сжатом виде.  $D_{вн}$  — внутренний диаметр гильз блока или цилиндров Д. В. С.

Рис. 5. Разъемная полая оправка для сборки колец на подвеску: 1 — цилиндр, 2 — винт, 3 — уши

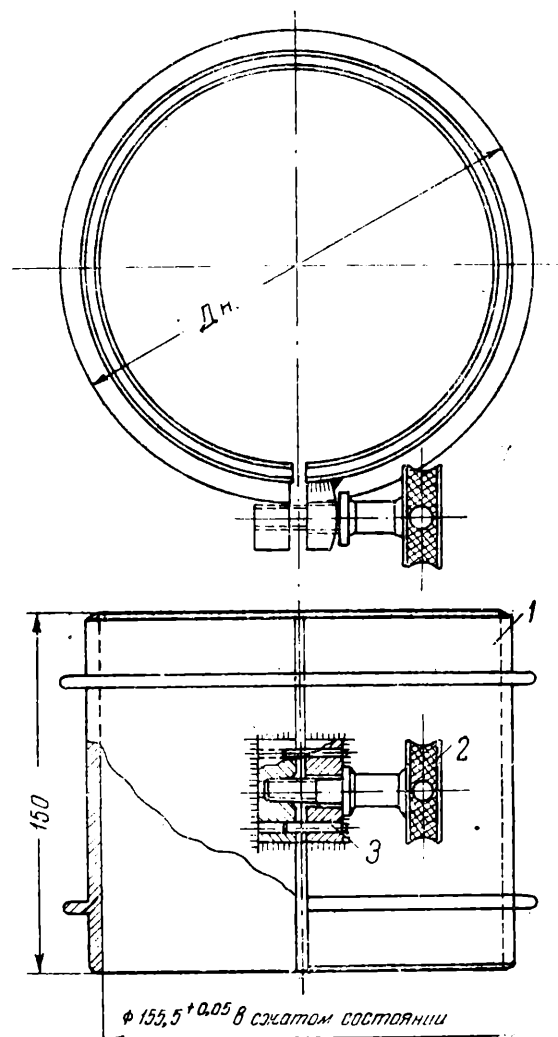


Рис. 5

Состав электролита для хромирования поршневых колец рекомендуется следующий: хромового ангидрида — 200—250 г, серной кислоты — 2,0—2,5 г; воды — 1 л. Температура 50—54 °C. Плотность тока 45—50 А/дц.м<sup>2</sup>.

### Получение пористости хрома

Получение заданного типа пористости на хромированной поверхности поршневых колец в большей степени зависит от соблюдения режима работ при проведении операции дехромирования, от структуры электролитически осажденного хрома и, в незначительной степени, — от состава электролита.

В зависимости от режима электролиза при хромировании получается различная структура хрома, которая в дальнейшем дает точечный или канальчатый тип пористости (рис. 7).

Образование пористости того или иного типа можно представить следующим образом. Электролитический хром, осаждаемый при режиме, соответствующем получению блестящих покрытий, в результате возникающих в нем значительных внутренних напряжений, изрезан сеткой трещин. Наличие такой сетки легко обнаружить разнообразными методами. Изменяя режим при хромировании, можно получать самую разнообразную струк-

туру хрома. Соответственно с этим будет выявляться и различная пористость.

При осаждении блестящего хрома, что достигается точным соблюдением режима работ, и при осуществлении операции дехромирования получается ярко выраженная пористость канальчатого типа (рис. 76). В этом случае электрический ток, концентрируясь на гранях невидимых невооруженным глазом канальцев, разрушает их. По прошествии некоторого времени канальцы расширяются настолько, что становятся видимыми невооруженным глазом.

Продолжение травления приводит к распределению тока по всей поверхности. В конце концов образуется пористость точечного типа.

Переход канальчатого типа пористости в точечный происходит при значительном удалении слоя хрома, поэтому применять его в производстве нецелесообразно.

Ведение процесса хромирования при режиме, когда состав раствора, температура и плотность тока обеспечивают получение матового или молочного хрома, внутренние напряжения в хrome, возникающие в процессе электролиза, снижаются, сетка трещин получается чрезвычайно мелкой и наблюдается только при очень сильном увеличении. При наличии крупнокристаллической структуры хрома и незначительной величины сетки трещин

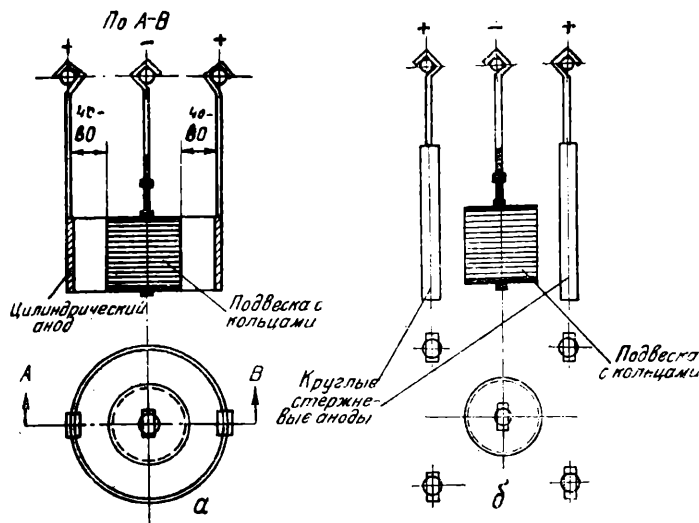


Рис. 6. Схема заделки анодов и подвесок с кольцами в ванне хромирования: а — подвеска с цилиндрическими анодами; б — подвеска с круглыми анодами

травление происходит по всей поверхности равномерно и образуется точечная пористость хрома (рис. 7а).

Операция дехромирования должна происходить при установленном режиме и иметь продолжительность, обеспечивающую наиболее эффективную пористость для данного типа двигателя внутреннего сгорания.

Увеличение времени приводит к нерациональному снятию хрома с поверхности колец, что, как уже указывалось, уменьшает их работоспособность.

Для дехромирования рекомендуется следующий состав и режим работы: 1) хромового ангидрида 200—300 г, серной кислоты 1,5—2,0 г; температура 50—54°C, плотность тока 40—45 А/дцм<sup>2</sup>, продолжительность 8—12 мин. Лучшие результаты получаются при 10 мин.

### Термообработка

В процессе осаждения хрома в основной металл поршневых колец — чугун, диффундирует некоторое количество водорода, который частично изменяет механические свойства чугуна.

Для удаления водорода из основного металла и обеспечение таким образом нормальной и длительной работы колец, рекомендуется производить операцию термообработки. Она может быть осуществлена следующими способами: 1) нагревом в шкафу с электронагревом, 2) нагревом в горячем масле и 3) нагревом в кипящей воде.

Нагрев в кипящей воде, рекомендуемый Gagettonom, легко осуществим в производстве, так как не требует установки специального оборудования. Однако во избежание вредного влияния влаги, остающейся в порах основного металла, термообработку лучше производить в шкафу с электронагревом или масляной ванне при температуре 180—200°C в течение 2—2,5 часов. Внутренние напряжения в электролитическом хроме значительно уменьшаются при анодной обработке.

### Механическая обработка

На краях внешней поверхности поршневых колец делаются закругления (фаски) с таким расче-

том, чтобы закругленные кромки постепенно переходили в покрытую хромом поверхность.

Образование фасок может быть произведено шлифовкой кромок колец наждачным кругом или при помощи резца.

Разрез кольца после обработки показан на рис. 8.

По результатам экспериментальных работ, проведенных ЦНЭБ ВВС (инж.-кап. Каменев Н. А.), выявлено, что лучшим методом образования фасок является шлифовка кромок наждачным кругом, установленным на специальном приспособлении токарного станка.

Поршневые кольца монтируются на специальную оправку, размеры которой устанавливаются в зависимости от их диаметра. Кроме образования фасок производится также удаление острых выступов пористого хрома путем кратковременной обработки хромированной поверхности (притирка) по стенке цилиндра. Поршневые кольца при этом монтируются на соответствующие поршни и вручную или на специальном станке совершают несколько двойных ходов по длине гильзы блока или цилиндра.

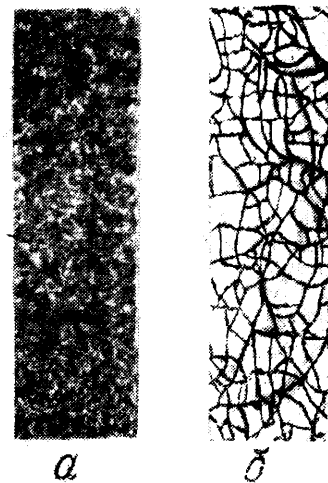


Рис. 7. Типы пористого хрома: а — точечный; б — канальчатый

### Заключение

1. По результатам проведенных научно-экспериментальных работ по определению технологии испытаний поршневых колец, покрытых пористым хромом, на работающих моторах, а также обзора технической литературы выявлена полная целесообразность и эффективность применения пористого хромирования поршневых колец для всех типов двигателей внутреннего сгорания.

2. Испытания хромированных поршневых колец, проведенные различными исследователями, установили, что устойчивость и работоспособность таких колец по сравнению с обычными чугунными повышается в 3—5 раз. Одновременно износ гильз блоков и цилиндров снижается примерно в 2—3 раза.

3. Хромированные кольца можно устанавливать на моторы при работе их с нехромированными гильзами блоков и цилиндрами.

4. Хромированию подвергаются верхние газоплотнительные кольца. Слой хрома толщиной 0,1—0,15 мм накладывается только на наружную поверхность. Не допускается отложение хрома на торцевых сторонах кольца.

5. Поверхность хромового покрытия должна иметь пористость точечного типа, хорошее сцепление с основным металлом (чугуном) и достаточную твердость.

6. Хромированию могут подвергаться как оксидированные, так и неоксидированные кольца. В первом случае оксидный слой удаляется преимущественно химическим способом.

7. Сборка колец на подвеску производится на специальных приспособлениях, обеспечивающих их хромирование в сжатом виде.

8. После хромирования все поршневые кольца должны быть подвергнуты термообработке с целью удаления водорода из основного металла.

9. Для предотвращения скалывания частиц хрома с острых краев, с обеих кромок кольца образуют небольшие фаски.

10. Все хромированные поршневые кольца обязательно подвергаются техническому контролю: до и после хромирования и после механической обработки. Проверяется состояние наружной обрабатываемой поверхности кольца, толщина слоя хрома, пористость, прочность сцепления с основным металлом и качество механической обработки.

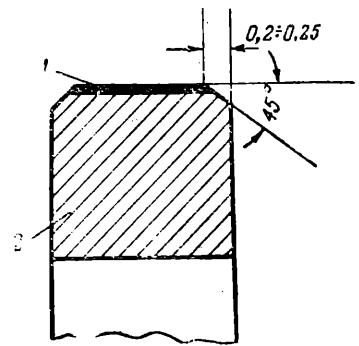


Рис. 8. Разрез хромированного поршневого кольца с фасками: 1 — хром; 2 — чугун

## Хроника научных инженерно-технических обществ

### В Обществе машиностроителей

#### О работе первичных организаций Общества на московских заводах

На 24 московских заводах имеются первичные организации Общества машиностроителей, оказывающие непосредственную помощь производству.

На Станкозаводе им. Орджоникидзе по инициативе членов Бюро первичной организации инж. Раздвина, Полякова и др. организована помощь технологов и конструкторов рабочим, не выполняющим нормы. В результате этого рабочие резко повысили свои показатели и стали выполнять нормы.

На заводах АТЭ-1, «Калибр», МКЗ и ГПЗ-1 члены первичных организаций Общества приняли активное участие в комиссиях по разработке мероприятий для повышения производительности труда рабочих до уровня стахановцев (по методу Матросова).

На отдельных заводах (АТЭ-1, Перловский механический и др.) при активном участии первичных организаций Общества проведены совещания с инженерно-техническими работниками по перенесению передового опыта технолога Кировского завода Александра Иванова. Взяты конкретные обязательства по улучшению существующей технологии и внедрению в производство высокопроизводительных приспособлений и инструментов.

На заводах «Калибр», АТЭ-1, «Красный пролетарий», им. Дзержинского и Перловском механическом организован выпуск технических страничек в заводских многотиражах. Выпустила техническая страничка в мытищинской районной газете с участием пяти первичных заводских организаций.

В порядке оказания конкретной помощи и обобщения опыта работы с изобретателями при активном участии и помощи первичных организаций Общества проведены конференции изобретателей на заводах АТЭ-1, «Калибр», «Фрезер» и др.

На ремонтно-механическом заводе и заводах АТЭ-1, МКЗ составлены темники для изобретателей.

На Московском карбюраторном заводе, где председателем первичной организации главный технолог тов. Рейн, были проведены смотры: а) рабочих предложений, б) оборудования, в) приспособлений штампов и инструментов. В результате этого смотра 14 рабочих предложений, ранее отклоненных, были включены в план рационализаторской работы завода. Смотры прошли при активном участии инженерно-технических работников, мастеров, наладчиков и стахановцев завода. Было создано 36 комплексных бригад из 156 человек. В результате смотра подано 567 рационализаторских предложений, включенных в оргтехплан завода.

На том же заводе силами членов Общества организован семинар по изучению новой техники, а на заводе «Фрезер» — конкурс на лучшую конструкцию инструмента.

На Станкозаводе им. Орджоникидзе по инициативе Общества проведен смотр работы по изобретательству, в результате чего уже в первом квартале внедрено 78 наиболее ценных рацпредложений, с экономией в 300 000 руб.

Первичные организации принимали большое участие в научно-технических сессиях, проводимых Обществом и в конкурсе на лучшую научно-исследовательскую работу. Из 92 работ, представленных на конкурс, первичные организации дали более 60. Наибольшую активность проявили организации заводов ГПЗ-1, «Калибр» и НИТИ-40.

На заводе, где председатель первичной организации главный инженер Головчинов, был организован семинар по изучению новой техники и техники безопасности. Члены Общества регулярно читают лекции по новой технике, организуют соревнование среди ИТР за досрочное выполнение плана второго года четвертой сталинской пятилетки.

Первичные организации Общества приняли деятельное участие в подготовке и проведении 1-й Московской технологической конференции и выставки. На конференции присутствовало 374 человека. Первичные организации провели 27 экскурсий на выставку, в которых участвовало 597 человек.

На заводах «Калибр», «Фрезер», МКЗ, АТЭ-1, ГПЗ-1, НИТИ-40, им. Дзержинского и Перловском механическом были созваны совещания инженерно-технических работников, на которых делегаты отчитывались о работе конференции.

На заводах ГПЗ-1 и им. Орджоникидзе сейчас ведется подготовка к проведению заводских технологических конференций.

#### Конференция по вопросам преподавания курса «Сопротивление материалов»

Комитет прочности провел в апреле совместно с Главным управлением машиностроительных вузов МВО Конференцию по вопросам преподавания курса «Сопротивление материалов» в машиностроительных вузах.

Был заслушан доклад д-ра техн. наук, проф. Г. А. Николаева «Методы преподавания основного курса «Сопротивление материалов» в машиностроительных вузах» и содоклады д-ра техн. наук, проф. С. Д. Пономарева и канд. техн. наук К. К. Лихарева.

Заслуженный деятель науки и техники, д-р техн. наук, проф. М. А. Саверин выступил с докладом «Требования к курсу «Сопротивление материалов» в связи с изучением курса «Детали машин».

В работе Конференции приняли участие 42 представителя 20 вузов Москвы, 19 руководителей кафедр «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

На Конференции были представлены МВТУ, МИХМ, МАМИ, МАИ, МАДИ, МИИТ, СТАНКИН, МАТИ, ВВА, и другие учебные заведения Москвы.

В обсуждении докладов приняли участие зав. кафедрой «Строительной механики» МИИТ д-р техн. наук, проф. И. П. Прокофьев, зав. кафедрой «Сопротивление материалов» МИХМ д-р техн. наук, проф. С. Н. Соколов, д-р техн. наук, проф. Н. П. Шапов, зав. кафедрой «Сопротивление ма-

териалов» Автомеханического института д-р техн. наук, проф. А. А. Попов, зам. зав. кафедрой «Сопротивление материалов» МВТУ канд. техн. наук К. К. Лихарев, д-р техн. наук, проф. С. А. Берштейн, д-р техн. наук, проф. Я. Б. Фридман, д-р техн. наук, проф. И. С. Подольский, канд. техн. наук Н. Н. Калинин и др.

Конференция внесла ряд предложений по постановке изучения «Сопротивления материалов» в машиностроительных вузах.

Подробный отчет о работе Конференции будет направлен для опубликования в журнал «Высшая школа».

## В Горном обществе

### Об итогах второго конкурса на рационализацию систем разработки месторождений цветных металлов и золота

Проведенный в 1946 году Главным техническим управлением Министерства цветной металлургии совместно с Всесоюзным инженерно-техническим Горным обществом второй конкурс предложений по рационализации систем разработки месторождений цветных металлов и золота показал возросшую активность, по сравнению с первым конкурсом 1945 г., рационализаторов горнорудных предприятий: по конкурсу 1946 г. поступило 87 предложений от 95 авторов, в то время как на первый конкурс было подано 39 предложений от 55 авторов.

Жюри конкурса под руководством академика Л. Д. Шевякова приняло 23 предложения, из которых одно удостоено первой премии, по семи предложениям присуждены вторые премии, по четырем — третьи премии и одиннадцать отмечены поощрительными премиями.

Первая премия присуждена коллективу в составе инженеров Г. Г. Кулик, Э. К. Ильницкого, В. В. Куртеева, А. И. Попова, В. И. Эглит, С. А. Шафранова, П. В. Баранова, Л. Е. Миронова и Г. Г. Эйцева — «Рационализация системы отработ-

ки верхней части Тырны-Аузского месторождения на гор. 2935-2965 м».

Вторая премия присуждена А. И. Пашенко, П. М. Афанасьеву, Н. К. Чапыгину, М. П. Лебедеву — по совокупности за 5 предложений по рационализации систем разработки Березовского золоторудного месторождения.

В. Н. Семевскому — «Потолкоуступная разработка открытым забоем мощных пологопадающих залежей».

В. А. Гегелло, В. Д. Мартеньянову и В. П. Кедрову — «Способ отработки никелевых руд ниже уровня грунтовых вод».

Третья премия присуждена:

А. М. Трофимову — «Системы отработки вертикальными прирезками и горизонтальными слоями недоработанных блоков».

Б. Г. Шкурко — «Рационализация систем разработки россыпи на участке Белом Знаменитовского приискового управления Хакзолото».

А. И. Шаблыгину — «Рационализация систем разработки сложных жильных форм».

С. Л. Моисееву — «Рационализация системы разработки Кодамжайского месторождения».

## В Обществе теплоснабжения, отопления и вентиляции

### Итоги Всесоюзного конкурса на лучший проект центрального поквартирного отопления

Конкурс был организован Обществом совместно с Комитетом по делам архитектуры при Совете Министров СССР.

Особое значение конкурс имел благодаря тому, что он должен был решить наиболее рациональную систему центрального поквартирного отопления, что сейчас в свете задач широкого строительства малоэтажных жилых домов представляет весьма актуальную проблему. На конкурс было представлено 65 проектов, из них трем проектам были присуждены премии (первая, вторая и третья) и пять проектов получили поощрительную премию.

Большой интерес представляет проект члена Общества т. Погржельского (Ленинград), получивший первую премию. Автор проекта предложил оригинальную конструкцию водогрейного котла с шахтной топкой для сжигания торфяного брикета, дров, щепы и других видов твердого топлива. Топка снабжена автоматическим устройством для очистки колосниковой решетки от шлаков.

В проекте, получившем вторую премию, автор его, член Общества т. Дербин (Москва) предложил использовать водо-

грейную газовую колонку в качестве теплового генератора для водяного отопления и сжигания в нем газообразного топлива. Путем замены обычного змеевика из трубок диаметром 14 мм змеевиком из трубок, имеющих диаметр 25 мм, он получил своеобразный и весьма доступный для внедрения водогрейный котелок, отвечающий требованиям систем отопления малоэтажных жилых домов. Этот же автор разработал автоматику, необходимую при использовании газа в качестве топлива.

Интересную конструкцию сборочной блочной печи средней теплоемкости для сжигания газового топлива предложили члены Общества тт. Данюшевский и Горячев (Баку).

Ряд интересных предложений сделано и в остальных отмеченных проектах. Комитет по делам архитектуры при Совете Министров СССР приступил к обработке премированных предложений с целью использования их при разработке типовых проектов.

Для широкого ознакомления с проектами, представленными на конкурс, Общество организует в ближайшее время выставку проектов, а также готовит к изданию специальный бюллетень, в котором будут опубликованы проекты, получившие премии.

## В Обществе водников

Ленинградским отделением Общества проведено большое совещание по вопросу классификации и типизации морских и речных портов.

Основным докладчиком был д-р техн. наук В. Е. Ляхницкий, сообщивший о результатах работы по классификации и типизации портов, предпринятой по инициативе Секции научной разработки проблем транспорта Академии наук СССР. Этот вопрос имеет огромное народнохозяйственное значение

для перспективного развития водного транспорта и упорядочения существующей эксплуатации водных путей и портов.

Целью работы было выявление места каждого порта в системе транспорта, установление правильного распределения грузопотоков между портами, а также характера, размера и очередности капиталовложений в портовое хозяйство. В основу классификации были положены: народнохозяйственное значение порта, размеры перевозок и некоторые технические

показатели. Каждому классу присвоены определенные технико-экономические параметры.

Были поставлены и разрешены в первом приближении следующие три основные задачи портового хозяйства на внутренних водных путях: 1) разработка принципов классификации

портов и остановочных пунктов по наиболее важным транспортным показателям; 2) разработка типовых компоновок портов различных категорий, их основных параметров и состава необходимого технического вооружения; 3) установление предельных параметров основного типового оборудования портов.

## В Обществе бумажников

### Всесоюзная конференция по новой технике

В работе недавно закончившейся Всесоюзной конференции по вопросам новой техники в целлюлозной и бумажной промышленности, созданной Обществом, приняли участие более 250 инженерно-технических работников — представителей около 40 предприятий и 20 организаций. Конференция заслушала и обсудила 30 докладов, посвященных новейшей технологии производства бумаги, картона, целлюлозы, переработке бумаги и бумажному машиностроению.

Министр целлюлозной и бумажной промышленности тов. Г. М. Орлов сделал доклад о плане восстановления и развития целлюлозной и бумажной промышленности на 1946—1950 гг. Кроме того были заслушаны доклады инж. Г. С. Цыпкина — о технических проблемах и инж. М. Г. Элиашберга — об автоматизации целлюлозно-бумажного производства. По всем этим докладам конференция приняла решения, в которых подробно перечислены основные технические мероприятия, рекомендуемые для расширения сырьевой базы промышленности, снижения потерь древесины, интенсификации и модернизации производства целлюлозы и древесной массы, бумаги и картона. В решениях намечены пути рационализации размола бумажной массы, новые способы проклейки и отделки бумаги, новые виды продукции — бумаги, картона и разных имитаций.

Председатель правления д-р химических наук, проф. Л. П. Жеребов доложил конференции о работе Общества. В резолюции по этому докладу отмечен непрерывный рост Общества (насчитывающего свыше 1500 членов и имеющего 39 ячеек на предприятиях и в учреждениях), одобрена его деятельность и намечены основные направления работы Общества на 1947 г.

Основная часть работы конференции проведена в секционном порядке. Здесь были заслушаны и обсуждены специальные доклады по отдельным технологическим вопросам и приняты резолюции, намечающие конкретные мероприятия производственного и научно-исследовательского характера. В частности подверглись обсуждению следующие вопросы: снижение расхода химикатов на варку целлюлозы, новые методы получения целлюлозы с комплексным использованием древесины, причины износа сеток бумагоделательных машин, применение гипса взамен каолина в качестве наполнителя для бумаги, пути развития сушки картонов высокого качества, производство автомобильного картона, строительных плит, длинно-волокнутой бумаги, заменителя галантерейной кожи и разного рода изделий широкого потребления из бумаги (клеенки, абажуров, салфеток и пр.). Обсуждены новые конструкции картоноделательных машин, устройств для мелования бумаги и эффективных корообдирок для балансовой древесины, а также принципы механизации внутризаводского транспорта.

Большой интерес вызвал доклад проф. Л. П. Жеребова о его многолетних научных работах по изучению процесса роста древесины и образования лигнина растительной ткани.

В залах Ленинградского технологического института имени В. М. Молотова, где происходила конференция, была организована выставка работ Общества. Здесь экспонировались его печатные труды, новые виды изделий из бумаги, схемы автоматизации отдельных процессов производства с моделями и макетами аппаратуры.

На конференции утвержден устав Общества и проведены выборы его Правления, председателем Общества переизбран проф. Леонид Петрович Жеребов.

## В Обществе сельского хозяйства

### Об Институте усовершенствования специалистов сельского хозяйства

Правление Общества возобновило деятельность Института усовершенствования специалистов сельского хозяйства им. акад. В. Р. Вильямса. По утвержденному положению Институт ставит своей целью систематическое повышение квалификации членов Общества и других специалистов на основе новейших достижений мировой науки и техники.

Институт имеет отделения: 1) агрономическое, 2) зоотехническое, 3) экономическое, 4) подготовки к аспирантским испытаниям.

Ученый совет Института утвержден в составе: д-ра с.-х. наук В. Д. Кислякова (председатель), акад. В. М. Немчинова,

акад. И. В. Якушкина, проф. А. Н. Николаева, проф. А. П. Редькина, проф. С. К. Кондрашина, проф. В. И. Эдельштейна, канд. с.-х. наук Н. Я. Чмора, Е. И. Бугримова, В. Л. Бломквиста и О. Н. Степановой (ученый секретарь Совета).

21 апреля 1947 г. в клубе Министерства совхозов СССР состоялось открытие Института.

### О Книжно-реферативном бюро

Правление Общества организовало в Москве Книжно-реферативное бюро для членов Общества, нуждающихся в сельскохозяйственной литературе, рефератах и т. д.

В ведение бюро передана библиотека Общества.

## В Обществе цветной металлургии

Закон о восстановлении и развитии народного хозяйства СССР в 1946—50 гг. потребовал от работников цветной металлургии «...организации комплексного использования всех полезных ископаемых, содержащихся в рудах цветных металлов, в том числе сернистого сырья, путем применения более совершенных методов переработки и комбинирования цветной металлургии с химическим производством».

18—24 марта 1947 г. в г. Свердловске состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция по комплексному использованию сырья в цветной металлургии. В ее работах приняли участие 144 делегата и свыше 200 гостей — работников предприятий цветной металлургии, химической и золото-платиновой промышленности, Академии наук, научно-исследователь-

ских и проектных институтов, вузов, научно-технических и разведочных организаций.

Конференция заслушала и обсудила 19 докладов и содокладов, среди них:

1. Доклад руководства Министерства цветной металлургии «Современное состояние и дальнейшее развитие цветной металлургии в четвертом пятилетии».

2. Доклад главного инженера Главгеологии А. А. Амира-сланова «Комплексные руды предприятий цветной металлургии».

3. Доклад зам. председателя Технического совета Министерства Р. Л. Веллера «О комплексном использовании руд и отходов цветной металлургии в четвертом пятилетии».

4. Доклад академика А. А. Бочвара «Роль и перспективы использования редких, попутных и малоприменяемых металлов в современной технике».

5. Доклад проф. С. И. Митрофанова «Рациональные методы регулирования селективной флотации в СССР и за границей при обогащении комплексных руд».

Содоклады: а) старшего научного сотрудника Механобра Л. И. Гросмана «Использование комплексных вольфрамово-молибденовых руд»;

б) начальника Пышминской обогатительной фабрики В. Д. Бененсона «Селективная флотация комплексных руд В.-Пышминского месторождения»;

в) руководителя научной группы Балхашской фабрики Ж. Т. Тюленева и начальника научно-исследовательского отдела Красноуральской фабрики М. А. Блехмана «О практике переработки комплексных медно-молибденовых и медно-цинковых руд».

6. Доклад начальника металлургического отдела Главцинк-свинца Н. И. Федотова «Комплексная переработка полиметаллических руд Алтая в четвертом пятилетии».

7. Доклад старшего научного сотрудника Гиредмета В. И. Бибикиной «Извлечение рассеянных металлов из свинцово-цинковых и медных руд».

8. Доклад д-ра, проф. Ф. М. Лоскутова «Новое в комплексном использовании руд цветных металлов за границей» и а) содоклад главного инженера Пышминского медеэлектролитного завода А. И. Гаева «Получение медного и никелевого

купоросов и извлечение благородных и редких металлов из черновой меди»;

б) содоклад канд. техн. наук, доц. А. Л. Цефта «Пути увеличения извлечения кадмия при переработке руд цветных металлов».

9. Доклад члена-корреспондента Казахской Академии наук В. И. Смирнова «Комплексная переработка медно-никелево-кобальтовых руд» и

содоклад лауреата Сталинской премии Н. В. Гудима «Комплексное использование кобальтсодержащего сырья и перспективы развития кобальтовой промышленности».

10. Доклад заслуженного деятеля науки и техники, д-ра, проф. И. Н. Кузьминых «Утилизация сернистых газов газовой жакетных, обжиговых и отражательных печей».

11. Доклад лауреата Сталинской премии Б. Л. Шнеерсона «Об улавливании и использовании пыли из газов на предприятиях цветной металлургии».

12. Доклад члена-корреспондента Академии наук СССР И. Н. Плаксына «Комплексное извлечение благородных, цветных и редких металлов при обогащении и гидрометаллургической обработке руд и россыпей».

Обсуждение докладов и содокладов было весьма оживленным, в прениях выступило около 60 человек.

Конференция приняла резолюцию, содержащую ряд принципиальных решений и практических мероприятий по развитию комплексной добычи и переработки рудного сырья в цветной металлургии и по кооперированию последней с химической промышленностью. Материалы конференции и ее решения будут опубликованы.

## В Обществе нефтяников

### Совещание по моторным маслам и присадкам

Общество нефтяников совместно с Министерством нефтяной промышленности провело расширенное совещание по моторным маслам и присадкам с 29 января по 3 февраля 1947 г.

Совещание приняло ряд решений по вопросам: классификации сырья для производства смазочных масел, по технологии производства масел, по присадкам к минеральным маслам и по методам оценки качества моторных масел и присадок.

По классификации сырья принято расположение по качеству авиационных и автомобильных масел.

Сортировку масляных бакинских нефтей провести с целью выработки отдельно:

1) дизельных масел из смеси авиамасел с маслами балаханской нефти;

2) автолов из балаханской масляной и легкой биби-эбатской нефтей;

3) тракторных масел из смеси остальных масляных нефтей.

В связи с повышенными требованиями к смазочным маслам для авиационных двигателей необходимо развернуть работы в области получения синтетических смазочных масел, способных превзойти естественные (по термической и химической устойчивости и вязкостно-температурным свойствам).

По технологии производства масел Совещание признало наиболее гибкими типовыми схемами очистки моторных масел следующие:

А. Для остаточных масел: деасфальтизация пропаном, селективная очистка, селективная депарафинизация, обработка глинами.

Б. Для дистиллатных масел: селективная очистка, селективная депарафинизация, обработка глинами.

Наиболее универсальным способом обессмоливания любого сырья для получения готовых продуктов или значительного повышения эффективности действия селективных растворителей при очистке концентратов Совещание признает процесс деасфальтизации.

Для селективной очистки в качестве растворителей следует принять фенол и фурфурол (особенно фенол). Для повышения культуры технологии производства Совещание рекомендует применение вакуумных фильтров в процессе контактной обработки масел глинами.

По присадкам к минеральным маслам Совещание рекомендует для внедрения ряд присадок многофункционального действия типа НАКС, АЗНИИ и др., позволяющих заменить для моторных масел импортные присадки, а также внедрить депрессорную присадку «парафлору».

По методам оценки качества моторных масел и присадок Совещание признает целесообразным принятие общей схемы исследования: 1) лабораторные исследования; 2) функциональные испытания на одноцилиндровых двигателях; 3) испытание на двигателях средней мощности (типа автомобильных); 4) испытание на форсированных двигателях.

В качестве новых лабораторных методов оценки свойств масел Совещание считает целесообразным стандартизацию методов оценки термоокислительной устойчивости и коррозионной агрессивности масел.

Учитывая, что присадки к маслам значительно изменяют физико-химические свойства масел, принятые в ГОСТах, считать необходимым в новых ГОСТах предусмотреть изменения тех констант масел, которые меняются от присадок.

## В Обществе радиотехники и связи им. А. С. Попова

### Научная сессия, посвященная празднованию «Дня Радио»

На научной сессии, посвященной празднованию «Дня Радио», Обществом были подведены итоги достижениям радиотехники за 1946 год. Наша отечественная радиотехника обогатилась рядом значительных работ. Прежде всего необходимо отметить работы по вопросам теории распространения радиоволн в неоднородной среде с слоистой структурой. Акад. Б. А. Введен-

ским и М. П. Пономаревым были получены важные результаты в исследовании рефракции радиоволн в тропосфере. Большой интерес представляет доложенная на сессии работа П. Е. Краснушкина, исследовавшего условия возбуждения, распространения и затухания радиоволн в так называемых волноводных средах. Акад. В. А. Фок доложил о фундаментальных исследованиях, посвященных распространению прямой волны с учетом рефракции и диффракции.

Можно отметить достижения в области усовершенствования радиопередающих устройств. До настоящего времени значительная часть радиопередатчиков работает все еще по системе сеточной модуляции. Обладая существенной простотой, этот передатчик имеет низкий промышленный к. п. д. — не более 20—25%. Более высоким к. п. д. обладают передатчики, работающие по системе с анодной модуляцией, но их недостатком является необходимость располагать мощным модуляционным устройством.

Инж. М. Г. Круглов сделал доклад о разработанной им новой системе анодной автомодуляции, позволяющей получить промышленный к. п. д. от 32 до 40%, без снижения качественных показателей. Эта система дает значительную экономию в капитальных затратах при строительстве радиопередатчиков. Доложенная работа получила заслуженное признание сессии. Следует отметить, что схема Круглова уже внедрена в эксплуатацию.

Большой интерес привлекли вопросы теории магнитных антенн. Работы в этой области велись у нас руководителем секции антенных устройств Общества членом-корреспондентом

Академии наук СССР А. А. Пистолькорсом, сделавшим весьма интересный доклад.

Ряд важных докладов был посвящен вопросам телевидения. Нужно здесь отметить, что конференция по вопросам телевидения, проведенная Обществом в феврале с. г. показала подготовленность наших научных и инженерных кадров к решению ряда актуальных задач.

В 1946 г. была расширена и укреплена научно-исследовательская база советской радиопромышленности. Некоторые результаты, как это видно из докладов, уже начинают сказываться. В 1946 г. было выпущено в два раза больше радиоприемников, чем в 1940 г. В производство внедряется первая серия двух типов вполне современных телевизионных приемников. В 1947 г. запланирован выпуск 5000 таких приемников.

Прошедшая научная сессия дала большой материал для обмена опытом. На Всесоюзном научно-техническом обществе радиотехники и электросвязи лежит ответственная задача — довести этот материал до сведения всех организаций, заинтересованных в развитии отечественной радиотехники и электросвязи.

## Критика и библиография

### К вопросу о статистическом контроле в производстве <sup>1</sup>

За последние полтора-два десятилетия методы еще одной математической дисциплины, теории вероятностей, нашли широкое применение в технике, непосредственно при решении технических, инженерных проблем. Использование техниками целого ряда результатов, полученных с помощью теории вероятностей в физике, а также широкое использование теоретико-вероятностных методов обработки наблюдений, имеют уже сравнительно большую историю.

Одним из путей проникновения этих методов в технику является все расширяющееся применение математической статистики к проблемам, связанным с промышленным производством. Здесь наблюдается нечто аналогичное тому, что имело место в начале века, когда математическую статистику стали систематически применять к биологии. Только сейчас все это значительно более обосновано, эффективно, имеет несоизмеримо больший размах и, что наиболее существенно, позволяет не только анализировать уже заверченный процесс, но и своевременно вмешиваться в него для регулирования в желаемом направлении. Сама математическая статистика за последнее время значительно усовершенствовалась с точки зрения как своих логических основ, так и применяемых ею методов.

Методика применения статистических методов (в частности, при приемке промышленной продукции и при текущем контроле над процессом производства) настолько развита, что в некоторых случаях эти методы можно использовать с большим экономическим эффектом в условиях массового производства. Осуществлять их может персонал средней квалификации.

В огромном большинстве различных технических журналов помещаются статьи, порою дублирующие друг друга, которые популяризируют внедрение статконтроля в промышленность.

Ряд наших исследователей, научно-исследовательских институтов и заводов занимается вопросами применения математической статистики к контролю промышленного производства. К сожалению, неудовлетворительно поставлена пока еще их взаимная информация, слаба связь. Так, даже на совещании при Всесоюзном обществе машиностроителей по применению статистических методов контроля в промышленности, проведенном в прошлом году в Москве, не были достаточно полно представлены лица и учреждения, занимающиеся в СССР этой сравнительно узкой отраслью статистики. Многие теоретические, весьма ценные результаты по математической статистике (работы В. И. Романовского, А. Н. Колмогорова, Н. В. Смирнова) все еще неизвестны техникам, не популяризируются практическая применимость этих результатов. Этот, главным образом, организационный дефект обусловлен, в основном, отсутствием органа, координирующего работу по математической статистике, отсутствием специального журнала и, вообще, абсолютно недостаточным изданием литературы по данному вопросу.

Книга Н. С. Ачеркана посвящена изложению английского и американского «Стандартов». Не будем сейчас говорить о том, с чего именно следовало бы начать у нас после войны выпуск статистической литературы и, если останавливаться на переводах, то «Стандарты» ли следовало переводить и как именно это делать?

Указанные выше «Стандарты» носят сугубо рецептурный характер. Н. С. Ачеркан не ограничивается (что по идее совершенно разумно) изложением только этой результативной части, изложением, как правило, весьма подробным, популярным и вполне доступным читателю. Некоторые формулировки автора (например, отчетливая формулировка требований, которые можно предъявлять к статконтролю при приемке продукции) очень хороши и лучше соответствующих формулировок «Стандартов». Вообще всюду, где автору ясно теоретическое основание вопроса, само изложение возражений не встречается. В тех же случаях, когда автор высказывает некоторые общие положения, требующие более широких знаний математической статистики, он, не будучи, очевидно, специалистом в этой области, впадает в ошибки. Следует, однако, заметить, что теория, лежащая в основании специальных процедур, рекомендуемых «Стандартами», достаточно элементарна и по существу исчерпывается несколькими статьями Типпета, Э. Пирсона, Мак-Кее и Блекмана в «Биометрике» и статьей Доджа и Ромига в «Журнале Белла». Подавляющее же большинство статей в английских и американских технических журналах не могли дать автору ничего нового.

Все это тем более обидно, что теоретическая часть «Стандартов» может быть изложена вполне удовлетворительно без сложного математического аппарата. Русская литература по математической статистике как раз всегда уделяла большое внимание теории. Именно русские ученые (А. А. Чупров, С. Н. Бернштейн, А. А. Марков, А. Н. Колмогоров) создавали теорию эмпирических математико-статистических положений, установленных, в частности, английскими статистиками. Мы не предлагаем Н. С. Ачеркану делать что-либо подобное. Его задача несравнимо проще: корректно изложить чужие результаты, или, в крайнем случае, не утверждать неверных положений.

В книге довольно много формулировок, грешащих в теоретико-вероятностном и математико-статистическом смысле. Отмечать их здесь все — невозможно. Остановимся лишь на двух, наиболее существенных пунктах, с точки зрения ущерба, которые они могут принести доверчивому читателю.

Совершенно неверно утверждение автора, что под действием только случайных причин распределение всегда будет нормальным (стр. 25) и, что, поэтому «в основе всех формул статистического контроля лежит гауссово, или нормальное распределение». В основе формул, приведенных в «Стандартах», так же, как и содержащихся там различных коэффициентов, большей частью лежит действительно гауссово распределение размеров контролируемого изделия (я то не всегда: методы контроля по браку свободны от каких бы то ни было пред-

<sup>1</sup> По поводу книги Н. С. Ачеркана, Статистические методы контроля промышленной продукции, Машгиз, 1946, стр. 157, тир. 6000 экз., ц. 6 руб.

положений о законе распределения размера). Но отсюда вытекает только то, что соответствующие коэффициенты, приведенные в «Стандартах», могут быть использованы лишь при статконтроле размеров, следующих нормальному закону распределения. При другом законе распределения контролируемых величин эти коэффициенты будут иными. Вот и все. «Стандарты» не дают никаких оснований смешивать понятия «устойчивости» или «контролируемости» процесса с нормальностью распределения. Все это вполне очевидно. Пусть «действуют» одни лишь случайные причины», т. е. статистический контроль применим, и пусть этому контролю подлежит, например, эксцентриситет какой-либо детали. Ясно, что закон распределения этого эксцентриситета будет, вообще говоря, весьма далек от Гауссова закона. Заблуждение Н. С. Ачеркана тем менее понятно, что он ссылается, например, на работы Н. А. Бородачева, ценные широким рассмотрением законов распределения размеров, возникающих в процессе производства, отличных от нормального.

Много раз, в различных местах книги (а также в статье, опубликованной в «Вестнике машиностроения» № 6 за 1946 г.) автор варьирует неверное положение: «как критерий рассеяния широта распределения тем менее надежна, чем больше объем совокупности» (стр. 94). Или, пожалуй, еще хуже: «опыт показывает, что с удовлетворительно характеризует рассеяние при большом объеме совокупности даже в тех случаях, когда кривая распределения искажена, т. е. отличается от гауссовой. Напротив, при малых числах наблюдений характеристики качества (порядка 10 и меньше) нельзя ожидать такой кривой распределения, параметр  $\sigma$  не характеризует рассеяния, и в подобных случаях уместнее пользоваться шириной  $R$  распределения, как предусмотрено в американском и британском стандартах». Здесь все неверно, начиная с применения термина «искажена» и ссылки на опыт, который «показывает» будто бы то, что он принципиально даже не может показать. Во всех этих погрешностях «Стандарты» неповинны. Они излагают оба способа контроля по стандарту  $S$  и по размаху  $R$ , оставляя открытым вопрос о преимуществах каждого из них. Книга т. Ачеркана не изменила в этом смысле ничего.

Вернемся к последней цитате. Первая фраза в ней вообще лишена однозначного смысла. Смысл второй фразы делается ясным из сопоставления с первой цитатой и с другими местами книги, но утверждение, здесь содержащееся, неверно. Оно и не может быть верным, ибо автор не понял теоретико-вероятностной, математико-статистической стороны задачи, решаемой «Стандартами». Так как методы статконтроля, о которых пишет автор, очевидно имеют все основания для широкого распространения, стоит остановиться на них несколько подробнее.

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_N$  — случайная выборка из нормальной генеральной совокупности с центром в нуле и стандартом  $\sigma$ . Обозначим через  $S_N$  выборочный стандарт:

$$S_N = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{1}{N^2} \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2}. \quad (1)$$

Обозначим известный закон распределения величины  $S_N$  (он приведен и в рецензируемой книге) через  $\varphi_1(x)$ .

Если  $x_{\max}$  и  $x_{\min}$  — наибольшее и наименьшее значения выборочных значений  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , то их дифференциальные законы распределения будут соответственно<sup>1</sup>:

$$\varphi_2(x) = \frac{N}{\sigma \sqrt{2\pi}} \left[ \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}} dt \right]^{N-1} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

$$\varphi_3(x) = \varphi_2(-x) \quad (2)$$

Используя известное выражение для  $\varphi_1(x)$ , можно вычислить для различных объемов выборки  $N$  величину  $M(S_N)$  — математического ожидания (среднего значения) и величину  $\sigma_{S_N}$  — выборочного стандарта:

$$M(S_N) = \int_0^\infty x \varphi_1(x) dx, \quad \sigma_{S_N} = \sqrt{\int_0^\infty [x - M(S_N)]^2 \varphi_1(x) dx}.$$

Вычисление этих интегралов дает выражение для  $M(S_N)$  и  $\sigma_{S_N}$  через  $\sigma$  генеральной совокупности и некоторые коэффициенты, зависящие от объема выборки  $N$ :

$$M(S_N) = a_N \sigma; \quad (3)$$

$$\sigma_{S_N} = b_N \sigma. \quad (4)$$

Численные значения величин  $a_N$  и  $b_N$  для различных  $N$  приведены в помещаемой ниже таблице.

Обозначим через  $R_N$  размах (широту, ранг) рассматриваемой случайной выборки:

$$R_N = x_{\max} - x_{\min}.$$

Тогда  $M(R_N)$  — математическое ожидание (среднее значение) величины  $R_N$  определится из формулы

$$M(R_N) = \int_{-\infty}^{\infty} x [\varphi_2(x) - \varphi_3(x)] dx = 2 \int_0^{\infty} x \varphi_2(x) dx.$$

Подставляя сюда выражения для  $\varphi_2(x)$  и  $\varphi_3(x)$ , даваемые формулами (2), и вычисляя интеграл, можем выразить величину  $M(R_N)$  через  $\sigma$  генеральной совокупности:

$$M(R_N) = d_N \sigma. \quad (5)$$

Здесь через  $d_N$  обозначен коэффициент при  $\sigma$ , получающийся при вычислении упомянутого интеграла. Численные значения  $d_N$  для различных  $N$  приведены в таблице.

Вычисление  $\sigma_{R_N}$  стандарта величины  $R_N = x_{\max} - x_{\min}$  значительно труднее ввиду того, что  $x_{\max}$  и  $x_{\min}$  не являются, очевидно, независимыми. Во всяком случае, такое вычисление было проделано в 1925 г. Типпетом и в 1926 г. Э. Пирсоном, а затем уточнено в 1932 г. Мак-Кеем и Пирсоном<sup>2</sup>.  $\sigma_{R_N}$  выражается также через  $\sigma$  генеральной совокупности и некоторый коэффициент  $C_N$ , зависящий от  $N$ :

$$\sigma_{R_N} = C_N \sigma. \quad (6)$$

Значения  $S_N$  для различных  $N$  также приведены в таблице.

Знание чисел  $a_N$  и  $d_N$  позволяет отыскивать приближенные значения стандарта генеральной совокупности  $\sigma$  как по  $S_n$  — стандарту малых выборок объема  $n$ , так и по их размахам  $R_n$ . Оба эти способа и описаны в «Стандартах». В них только не проделаны вычисления, которые позволили бы сравнить точность способов и установить для каждого из них оптимальные значения величины  $n$ . Проведем эти несложные выкладки и тем самым поможем инженеру сознательно выбрать тот или иной способ статконтроля.

Пусть из нормальной генеральной совокупности произведено  $m$  случайных выборок, каждая объемом  $n$ . Таким образом, общий объем выборки  $N = mn$ . Тогда, для суждения о неизвестном стандарте генеральной совокупности  $\sigma$ , можно, теоретически говоря, поступить одним из следующих способов, выражая искомую величину  $\sigma$ : 1) либо через  $S_N$  — выборочный стандарт всей выборки объема  $N$ ; 2) либо через  $R_N$  — размах этой же выборки; 3) либо через  $S_n$  — среднюю арифметическую выборочных стандартов  $S_{ni}$ , определенных для  $m$  выборок объема  $n$  каждая;

$$S_n = \frac{S_{n1} + S_{n2} + \dots + S_{nm}}{m};$$

<sup>1</sup> Эти формулы в несколько другом виде и не самым совершенным путем были установлены, по существу, К. Пирсоном (Biometrika I, 1902 (и Типпетом) Biometrika, XII, 1925).

<sup>2</sup> Статья Э. Пирсона 1942 г. также посвящена изучению распределения величины  $R_N$ , но для вычисления коэффициента  $C_N$  она ничего нового не дает.

| $n$  | $a_n$  | $b_n$  | $d_n$  | $C_n$  | $\frac{b_n}{a_n}$ | $\frac{1}{\sqrt{2n}}$ | $\frac{C_n}{d_n}$ | $\frac{C_n}{d_n} \sqrt{n}$ | $\frac{C_n}{d_n} \sqrt{2n}$ | $\frac{C_n}{d_n} : \frac{b_n}{a_n}$ |
|------|--------|--------|--------|--------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 2    | 0,5642 | 0,4263 | 1,1234 | 0,8525 | 0,755             | 0,5                   | 0,756             | 1,059                      | 1,512                       | 1,000                               |
| 3    | 0,7236 | 0,3782 | 1,6926 | 0,8854 | 0,523             | 0,408                 | 0,524             | 0,907                      | 1,232                       | 1,002                               |
| 4    | 0,7979 | 0,3367 | 2,0587 | 0,8798 | 0,422             | 0,353                 | 0,427             | 0,855                      | 1,209                       | 1,012                               |
| 5    | 0,8407 | 0,3052 | 2,359  | 0,8611 | 0,363             | 0,316                 | 0,321             | 0,831                      | 1,175                       | 1,020                               |
| 6    | 0,8686 | 0,2808 | 2,5344 | 0,8480 | 0,321             | 0,288                 | 0,335             | 0,820                      | 1,159                       | 1,043                               |
| 7    | 0,8882 | 0,2612 | 2,7044 | 0,833  | 0,294             | 0,257                 | 0,308             | 0,815                      | 1,153                       | 1,047                               |
| 8    | 0,9027 | 0,2452 | 2,8472 | 0,820  | 0,272             | 0,25                  | 0,288             | 0,815                      | 1,152                       | 1,059                               |
| 9    | 0,9139 | 0,2318 | 2,9700 | 0,808  | 0,254             | 0,235                 | 0,272             | 0,816                      | 1,154                       | 1,061                               |
| 10   | 0,9227 | 0,2203 | 3,0775 | 0,797  | 0,239             | 0,224                 | 0,259             | 0,819                      | 1,153                       | 1,083                               |
| 11   | 0,9300 | 0,2104 | 3,1729 | 0,787  | 0,233             | 0,213                 | 0,248             | 0,823                      | 1,164                       | 1,064                               |
| 12   | 0,9359 | 0,2017 | 3,2585 | 0,778  | 0,216             | 0,204                 | 0,259             | 0,827                      | 1,169                       | 1,106                               |
| 13   | 0,9410 | 0,1940 | 3,3360 | 0,770  | 0,206             | 0,196                 | 0,231             | 0,832                      | 1,176                       | 1,120                               |
| 14   | 0,9453 | 0,1871 | 3,4068 | 0,762  | 0,198             | 0,189                 | 0,224             | 0,837                      | 1,184                       | 1,131                               |
| 15   | 0,9490 | 0,1809 | 3,4718 | 0,755  | 0,191             | 0,183                 | 0,217             | 0,842                      | 1,191                       | 1,136                               |
| 16   | 0,9523 | 0,1752 | 3,5320 | 0,749  | 0,186             | 0,177                 | 0,212             | 0,848                      | 0,199                       | 1,140                               |
| 17   | 0,9551 | 0,1701 | 3,5879 | 0,743  | 0,178             | 0,171                 | 0,207             | 0,853                      | 1,206                       | 1,163                               |
| 18   | 0,9576 | 0,1654 | 3,6401 | 0,738  | 0,173             | 0,167                 | 0,203             | 0,860                      | 1,216                       | 1,173                               |
| 19   | 0,9599 | 0,1611 | 3,6890 | 0,733  | 0,168             | 0,162                 | 0,199             | 0,866                      | 1,225                       | 1,184                               |
| 20   | 0,9619 | 0,1570 | 3,7350 | 0,729  | 0,163             | 0,158                 | 0,195             | 0,873                      | 1,234                       | 1,196                               |
| 100  | 0,9925 | 0,0706 | 5,0152 | 0,605  | 0,071             | 0,071                 | 0,121             | 1,21                       | 1,700                       | 1,703                               |
| 500  | 0,9999 | 0,031  | 6,073  | 0,524  | 0,031             | 0,031                 | 0,086             | 1,923                      | 2,709                       | 2,774                               |
| 1000 | 1,000  | 0,022  | 6,483  | 0,497  | 0,022             | 0,022                 | 0,077             | 2,435                      | 3,443                       | 3,500                               |

4) либо через  $R_n$  — среднюю арифметическую размахов, определенных для  $m$  выборок, каждая объемом  $n$ :

$$\bar{R}_n = \frac{R_{n1} + R_{n2} + \dots + R_{nm}}{m}.$$

В каждом из этих случаев за приближенное значение величины  $\sigma$  следует брать такое (определенное на основании выборочных данных), которое было бы свободно от постоянной погрешности, т. е. такое, математическое ожидание (среднее значение) которого равнялось бы искомой величине  $\sigma$ . О точности того или другого приближения мы будем судить, как это принято в статистике, по величине стандартной ошибки рассматриваемого приближения.

1. Из уравнения (3) получаем

$$\sigma = \frac{M(S_N)}{a_N}.$$

Поэтому за приближенное значение величины  $\sigma$  следует принять

$$c_1 = \frac{S_N}{a_N}. \quad (7)$$

Действительно, в этом случае приближенное равенство  $c_1 \approx \sigma$  будет свободно от постоянной погрешности, так как:

$$\begin{aligned} M(c_1) &= M\left(\frac{S_N}{a_N}\right) = \frac{1}{a_N} M(S_N) = \\ &= \frac{a_N \sigma}{a_N} = \sigma. \end{aligned}$$

Подсчитаем стандартную ошибку величины  $c_1$  (т. е. приближенного равенства  $c_1 \approx \sigma$ ). Обозначив эту ошибку через  $\sigma_{c_1}$  и, используя формулу (4), получим:

$$\sigma_{c_1} = \sigma \left( \frac{S_N}{a} \right) = \frac{\sigma_{S_N}}{a_N} = \frac{b_N}{a_N} \sigma. \quad (8)$$

С ростом  $N$ ,  $a_N \rightarrow 1$  и  $b_N \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2N}}$ . Потому для

больших выборок (уже при  $N > 25$ ) можно без ощутимой погрешности полагать  $\sigma_{c_1} = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$ . Таким образом (так как  $a_N \rightarrow 1$ ) при больших выборках можно принимать

$$c_1 = S_N \approx \sigma.$$

Пользоваться этим приближением при малых объемах выборки, очевидно, не следует (при  $N < 80,100$  приближение  $c_1 \approx \sigma$  будет плохим).

Значения отношения  $\frac{b_N}{a_N}$  для различных  $N$  приведены в таблице. Пользуясь ими, можно получить величину стандартной ошибки приближения  $c_1 = \frac{S_N}{a_N} \approx \sigma$ , при малых объемах выборки, для которой была определена величина  $S_N$ , положенная в основу вычисления  $\sigma$ .

2. Из формулы (5) получаем:

$$\sigma = \frac{M(R_N)}{d_N}.$$

Следовательно, за приближенное, без постоянной погрешности, значение стандарта  $\sigma$  генеральной совокупности следует теперь принять величину:

$$c_2 = \frac{R_N}{d_N}. \quad (9)$$

Стандартная ошибка величины  $c_2$  (т. е. приближения  $c_2 \approx \sigma$ ) будет, используя формулу (6):

$$\sigma_{c_2} = \sigma \left( \frac{R_N}{d_N} \right) = \frac{\sigma(R_N)}{d_N} = \frac{C_N}{d_N} \sigma. \quad (10)$$

Значения отношения  $\frac{C_N}{d_N}$  приведены в таблице. Они показывают, что хотя с ростом  $N$  это отношение уменьшается, но (особенно для больших  $N$ ) — медленней, чем величина  $\frac{b_N}{a_N}$ .

$$\text{и для всех } N = \frac{C_N}{d_N} : \frac{b_N}{a_N} > 1.$$

Нужно еще заметить, что стандартная ошибка случайной величины  $\theta$  исчерпывающим образом характеризует степень приближения  $\theta \approx t$ , при  $M(\theta) = t$ , лишь в случае нормального распределения  $\theta$  (хотя использование известного неравенства Чебышева позволяет, при  $M(\theta) = t$ , выносить некоторое суждение о погрешности приближения  $\theta \approx t$  на основании величины  $\sigma_\theta$  при произвольном законе распределения случайной величины  $\theta$ ). С ростом  $N$  распределение величины  $S_N$ , а значит и  $\sigma_1 = \frac{S_N}{a_N}$  будет приближаться к нормальному; распределение же величины  $R_N$ , а значит и  $\sigma_2 = \frac{R_N}{d_N}$  весьма далеко, особенно при больших  $N$  (и при  $N = 2, 3, 4$ ), от нормального. Таким образом, из двух, пока рассмотренных способов определения величины  $\sigma$ , первый, очевидно, значительно предпочтительней. Второй же никоим образом не может быть рекомендован.

3. Пусть теперь выборка объема  $N$  поделена на  $m$  случайных подвыборок, объемом  $n$  каждая, т. е.  $N = m \cdot n$ . Для каждой из этих подвыборок определим выборочный стандарт  $S_n$  и вычислим  $\bar{S}_n$  среднюю арифметическую этих стандартов. Далее имеем, используя формулу (3):

$$M(S_n) = M\left(\frac{\sum_{i=1}^m S_{ni}}{m}\right) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m M(S_{ni}) = \frac{mM(S_n)}{m} = a_n \sigma.$$

Поэтому, за приближенное значение без постоянной погрешности генерального стандарта  $\sigma$ , следует теперь принять:

$$\sigma_3 = \frac{S_n}{a_n}. \quad (11)$$

Стандартная ошибка приближения  $\sigma_3 \approx \sigma$  найдется, если учесть, что  $\sigma_{S_n} = \frac{\sigma_{S_n}}{\sqrt{m}}$  и воспользоваться формулой (4):

$$\sigma_{\sigma_3} = \sigma \left( \frac{S_n}{a_n} \right) = \frac{\sigma_{S_n}}{a_n} = \frac{\sigma_{S_n}}{a_n \sqrt{m}} = \frac{b_n}{a_n \sqrt{m}} \sigma. \quad (12)$$

Легко показать, что это значение всегда (при  $m > 1$ ) больше стандартной ошибки  $\sigma_{\sigma_1}$  величины  $\sigma_1$ , определенной исходя из выборочного стандарта  $S_N$  всей выборки объема  $N$ . Действительно, так как  $m = \frac{N}{n}$ , то формулу (12) можно переписать:

$$\sigma_{\sigma_3} = \frac{b_n}{a_n} \sqrt{\frac{n}{N}}.$$

При

$$N > 25, \sigma_{\sigma_1} = \frac{1}{\sqrt{2N}}.$$

Отсюда

$$\frac{\sigma_{\sigma_3}}{\sigma_{\sigma_1}} = \frac{b_n \sqrt{2n}}{a_n}.$$

Как уже было сказано, величина  $\frac{b_n}{a_n}$  с ростом  $n$  стремится к  $\frac{1}{\sqrt{2n}}$ , но это есть стремление справа (в таблице рядом со значениями  $\frac{b_n}{a_n}$  приведенные значения  $\frac{1}{\sqrt{2n}}$ ) и при любом  $n$ ,  $\frac{b_n}{a_n} > \frac{1}{\sqrt{2n}}$ .

Таким образом, всегда  $\frac{b_n}{a_n} \sqrt{2n} > 1$  и  $\sigma_{\sigma_3} > \sigma_{\sigma_1}$ .

Поэтому, при определении генерального стандарта через выборочный, результат будет точнее при вычислении выборочного стандарта для всей выборки объема  $N$ , не подразделяя ее на части.

4. Стандартную ошибку приближенного значения стандарта генеральной совокупности, определенного исходя из средней арифметической  $\bar{R}_n$  размахов в  $m$  случайных выборках объема  $n$  каждая, найдем из формулы (6). Приближенное значение без постоянной погрешности стандарта генеральной совокупности  $\sigma$  будет:

$$\sigma_4 = \frac{R_n}{d_n}. \quad (13)$$

Так как, если

$$R_n = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{ni},$$

то

$$M(R_n) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m M(R_{ni}) = \frac{mM(R_n)}{m} = d_n \sigma.$$

и

$$M(\sigma_4) = M\left(\frac{R_n}{d_n}\right) = \sigma.$$

Стандартная ошибка величины  $\sigma_4$ , используя формулу (6), будет:

$$\sigma_{\sigma_4} = \sigma \left( \frac{R_n}{d_n} \right) = \frac{\sigma_{R_n}}{d_n} = \frac{\sigma_{R_n}}{d_n \sqrt{m}} = \frac{C_n}{d_n \sqrt{m}} \sigma. \quad (14)$$

Исследуя это выражение, можно установить, каково должно быть наиболее рациональное подразделение общей выборки объема  $N = mn$  на  $m$  групп, объемом  $n$  каждая, так, чтобы обеспечить минимальную для этого  $N$  стандартную ошибку  $\sigma_{\sigma_4}$ . При заданном  $N$ ,  $m = \frac{N}{n}$  формулу (14) можно переписать:

$$\sigma_{\sigma_4} = \frac{C_n \sqrt{n}}{d_n} \cdot \frac{1}{\sqrt{N}} \sigma. \quad (15)$$

При фиксированном  $N$ , величина  $\sigma_{\sigma_4}$  будет, таким образом,

пропорциональна  $\frac{C_n \sqrt{n}}{d_n}$ . В таблице приведены значения

этой величины для различных  $n$ . Как видно, лучше подразделять выборку (при рассматриваемом способе определения генерального стандарта) на подгруппы объемом от 6 до 10, так как в данном случае величина равна  $\frac{C_n \sqrt{n}}{d_n}$ , значит при

данном  $N$  и стандартная ошибка  $\sigma_{\sigma_4}$  имеет наименьшее значение.

Интересно отметить, что как раз для этих же значений  $n$  распределение размахов больше всего приближается к нормальному. Отсюда, между прочим, следует, что так как для этих  $n$  и распределение величины  $\sigma_4$  приближается к нормальному, то стандартная ошибка  $\sigma_{\sigma_4}$  для этих  $n$  с наибольшей, чем для других  $n$ , полнотой характеризует точность приближенного равенства  $\sigma_4 \approx \sigma$ .

Сравним теперь  $\sigma_{\sigma_3}$  и  $\sigma_{\sigma_4}$  — стандартные ошибки первого и четвертого из рассмотренных способов определения стандар-

та генеральной совокупности. При заданном объеме  $N$  всей выборки, при  $N > 25$ , как было указано, можно считать

$$\sigma_{\sigma_1} = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}.$$

Подразделив весь объем  $N$  на  $m$  групп, объемом  $n$  каждая, мы получим для стандартной ошибки приближенного стандарта  $\sigma_4$  определенного из размахов  $m$  отдельных выборок, величину уравнения (15). Отношение

$$\frac{\sigma_{\sigma_4}}{\sigma_{\sigma_1}} = \frac{C_n}{d_n} \sqrt{2n}.$$

Таким образом, при общем объеме «базовой» выборки  $N > 25$ , сравнительная точность определения стандарта тем или другим из двух рассматриваемых способов не зависит от величины  $N$  и полностью определяется разбивкой общего объема  $N$  на отдельные выборки, объемом  $n$  каждая. Приведенные в таблице значения  $\frac{C_n}{d_n} \sqrt{2n}$  показывают, что при

наиболее рациональном выборе величины  $n$ , т. е.  $n=6 \div 10$ , стандартная ошибка «размахового» способа<sup>2</sup> определения генераль-

<sup>1</sup> При меньших объемах выборки  $N$  любой из способов определения стандарта генеральной совокупности не может дать сколько-нибудь надежных результатов. Но и в этом случае  $\sigma_{\sigma_1} < \sigma_{\sigma_4}$ . Например, при  $N=20$ ,  $n=5$ , имеем  $m=4$ ,

$$\sigma_{\sigma_1} = \frac{b_{20}}{a_{20}} \sigma = 0,163 \sigma,$$

$$\sigma_{\sigma_4} = \frac{C_5}{d_5 \sqrt{4}} \sigma = \frac{0,371}{2} \sigma = 0,185 \sigma.$$

<sup>2</sup> При определении размаха каждой из частичных выборок и вычислении их среднессрифметического значения.

ного стандарта меньше чем на 16% превосходит стандартную ошибку приближения, найденного самым точным способом. Незначительность этого превышения во многих случаях явно окупается несравненно большей простотой выкладок (а иногда и не только выкладок), связанных с применением размахового способа.

Сравним, наконец, стандартные ошибки третьего и четвертого рассмотренных способов определения генерального стандарта. Из формулы (12) и (14) получаем:

$$\frac{\sigma_{\sigma_3}}{\sigma_{\sigma_4}} = \frac{C_n}{d_n} : \frac{b_n}{a_n}.$$

Значения этого отношения, приведенные в таблице, показывают, что при  $n < 10$  оба способа практически дают одинаковую точность. При увеличении объема частичных выборок, при фиксированном объеме всей выборки  $N$ , точность третьего способа превышает точность четвертого, но, как было показано, не может превзойти точности первого способа определения генерального стандарта.

Все сказанное выше и решает задачу о теоретических погрешностях различных рассмотренных способов определения стандарта генеральной совокупности, в предположении, что она нормальна. Руководствуясь этим, а также данными приложенной таблицы и конкретной обстановкой, в которой осуществляется статконтроль (его возможная стоимость, необходимость производить контрольные операции с той или иной быстротой, квалификация персонала и т. п.), инженер, руководящий статконтролем в условиях производства, может произвести сознательный выбор того или иного метода определения  $\sigma$ . После этого следует воспользоваться соответствующей выбранному методу рецептурной схемой, излагаемой в «Стандартах».

Канд. физ.-математич. наук Г. И. Егудин

## Аннотации трудов Общества кожевников

В 1946 году Всесоюзное научное инженерно-техническое общество промышленности кожевенной, обувной, меховой и кожзаменителей издало ряд трудов, рассылаемых членам Общества бесплатно.

1. Труды конференции Общества по железнному дублению, 3 печ. листа. Тираж 500 экз.

В сборнике помещены доклады и сообщения по вопросам применения железных солей для дубления кож, сделанные на конференции Общества членами ее, канд. техн. наук Зайдес А. Л., проф. Арбузовым С. А., канд. техн. наук Бреслер С. М., канд. техн. наук Шестаковой И. С., инженерами Грилихес Б. И., Арбузовым С. В., Шишовым П. Ф. и др. Задачей конференции было: взаимная информация членов Общества о работах, проводимых в данной области, так как проблема применения для дубления железных солей уже издавна интересует специалистов и сотрудников научно-исследовательских институтов кожевенной промышленности в СССР и за границей.

2. Дивинил-стирольный каучук «Джи-Ар-эс», издание совместно с Обществом резинщиков, 93/4 печ. листа. Под редакцией Марголина Д. А. и Яшунской Ф. И. Тираж 1 200 экз. Авторы: К. Д. Бебрис, Р. Н. Буйко, П. О. Мильков и А. Н. Нерминов. Дивинил-стирольный каучук по масштабам своего производства является самым распространенным в мире типом синтетического каучука. В США по данным 1944 года его производство занимает 88% по отношению ко всему выпускаемому СК в США и Канаде.

Сборник представляет собой обобщение опыта работы с «Джи-Ар-эс», накопленного за несколько лет в США и освещения первых итогов лабораторного изучения и производственного опробования — «Джи-Ар-эс» в НИИ промышленности.

В помещенных статьях подробно описываются свойства каучука «Джи-Ар-эс», технология его обработки, освоение его в производстве автопокрышек в условиях отечественной промышленности, технические условия на него.

3. Методика проведения массовых испытаний обуви посредством опытных носок. Доклад, сделанный на обувной секции Общества инж. Котельниковым А. А., 5 1/2 печ. листа. Тираж 1 000 экз.

Создание и внедрение новых конструкций обуви и методов ее применения, новых видов фурнитуры и новых деталей, новых методов дубления, новых дубителей и т. д. в больших масштабах невозможно без качественной проверки предложенных нововведений. Единственным пока, надежным способом проверки различных нововведений в области обувного производства является испытание опытной ноской. В докладе делается первая попытка создать методику проведения массовых испытаний обуви, разработанного для практического применения при оценке значительных опытных партий, проведенных в обувной промышленности. В брошюре приводятся организация испытаний, показатели опытной носки и их оценка, количество пар обуви и срок носки, необходимые для опыта и составления заключения по проведенной носке.

4. Брошюра «Методы получения дисперсий регенерата и их применение в промышленности», 23/4 печ. листа. Тираж 600 экз. Ответственный редактор проф. Ф. Ф. Кошелев. Референт канд. техн. наук Догаев П. П.

Брошюра представляет обзор патентов и заграничной литературы, а также работ, проведенных исследовательскими институтами Советского Союза в области изготовления и применения дисперсий регенерата, запасы которого в виде старой резины во всех странах весьма значительны, могущие обеспечить производство регенерата на много лет.

5. Брошюра «Вопросы стандартизации формы и построения ростовочного ассортимента изделий легкой промышленности» — издание совместно с Московским ордена Ленина Государственным университетом им. М. В. Ломоносова, 5 авт. листов. Тираж 1 500 экз.

Вопрос о выпуске продукции в определенном ростовочном ассортименте и о стандартизации формы и размеров типов изделий имеет первостепенное значение. Установление рациональных форм и размеров изделий личного потребления (обувь, одежда и др.) является в наше время актуальным. Этому вопросу была посвящена созванная Обществом конференция, труды которой изложены в данной брошюре. В ней помещены доклады проф. Бунака В. В., проф. Эзыбина Ю. И., доц. Башкирова П. Н., канд. техн. наук Лиюкумовича Х. Х. и Игнатьева М. В.

6. Брошюра «Пористо-водоотталкивающие пропитки и гидрофобизация тканей». Автор проф. Воюцкий. Под редакцией Авилова А. А. Объем 3¼ печ. листа. Тираж 350 экз.

В брошюре освещаются новейшие достижения в методах получения водонепроницаемых материалов (тканей) с одновременным сохранением их воздухопроницаемости (т. е. способностью «дышать») с точки зрения использования их в обувном производстве.

Обзор составлен на основе имеющихся достижений в указанном вопросе за 20—25 лет и дает представление о современном уровне в этой области техники.

Брошюра разделена на 2 части. В первой части излагаются методы собственно пропитки, в результате которой не изменяется химический состав волокна и не снижается способность его к набуханию. Во второй части изложены полузаключающие все большее и большее распространение методы гидрофобизации.

7. Сборник рефератов по коже из иностранной технической литературы. Редакторы Шапиро А. Е. и Грелихес Б. И. Референт Робинзон К. М. Объем 1,75 печ. листа. Тираж 500 экз.

В сборнике изложены рефераты доклада К. Джонса в производственном клубе кожевников США по практике отделки кож, доклада Гамфрейса о возможности сохранения рабочей силы и материалов в кожпроизводстве, отдельных статей, касающихся задач химика-кожевника в послесезонный период, способов повышения носкости кожаных подошв и некоторых других.

8. Сборник «Повышение носкости подошвенной кожи импрегнированием». Авторы Копенхейфер П. и Хермозо Р. Редактор проф. Михайлов А. Перевод Эттингера И. Объем 3½ печ. листа. Тираж 500 экз.

Сборник состоит из 2-х частей. Первая часть посвящена вопросу изменения эксплуатационных свойств подошвенной кожи растительного дубления, пропитанной различными маслами, консистентными смазками и воскообразными продуктами. Содержание второй части посвящено определению истираемости краснотрубной подошвенной кожи на специальном приборе. Все факторы, которые могут оказывать влияние на качества подошвенной кожи, изучались по изменению показателей истираемости.

9. Брошюра «Больше шерсти и лучшего качества». Автор Хаскин Л. С. Редактор Шапиро А. Е. Объем 2 печ. листа. Тираж 1000 экз.

В данной брошюре изложены мероприятия, способствующие сбору и улучшению качества заводской шерсти, что может дать стране дополнительно сотни тысяч пар валенок (из работ комитета по отходам при Обществе).

10. Брошюра «Новости обувной технологии». Редактор лауреат Сталинской премии Рогов В. М. Объем 3 печ. листа. Тираж 800 экз.

В данном сборнике изложены расширенные статьи, опубликованные в заграничной технической литературе по вопросам новых видов оборудования, методов производства обуви и новых обувных материалов, которые представляют технический интерес для нашей промышленности. К ним относятся: сжатие подошвенной кожи (уейр); свойства подошвенных материалов из виниловых смол (клайн, зиглер, Плайя), применение пластиков в обувном производстве США; искусственный подошвенный материал; новый клей; улучшение носкости краснотрубной подошвенной кожи путем импрегнирования синтетическими смолами, пропитка подошв и верха обуви жирами; новая обувь и способы ее изготовления в США; сравнение американской и английской армейской обуви, машина для нанесения жидкости, обувная колодка; новые изобретения и т. д.

11. Сборник «Аннотационный обзор научно-исследовательских работ в промышленности заменителей кожи». Составители Мишустин И., Гаврилов К. и Воюцкий С. Объем 3 авт. листа. Тираж 500 экз.

В сборнике изложены в виде подробных аннотаций работы членов Общества в области взаимозаменяемости материалов в производстве обувных картонов (Мусатова); применения синтетических латексов для проклейки обувных картонов (Бернштейн Н. Д.); взаимозаменяемости материалов в производстве пласткожи (Шаповалова А.); разработки композиции ремонтной

пласткожи (Шаповалова А. и Перлова В.); освоения отходов шинного производства при изготовлении пласткожи (Шапиро-Пятацкий И., Шаповалова А.); использование бактериологического сырья в производстве пласткожи (Чернов Н., Шапиро А., Люксембург М. и Кричевский), работы по испытанию и целевому направлению материалов (Лавриков К.), работы по коллоидам (Мусатова и Воюцкий) и ряд других.

12. Брошюра «Эксплуатационные свойства кожаных заменителей» (резиновые подошвы). Автор Авилов А. Объем 3¼ авт. листа. Тираж 700 экз.

В данной брошюре изложены: методы изучения эксплуатационных свойств кожаных заменителей. Выяснение зависимости между физико-механическими показателями и эксплуатационными свойствами подошвенных кожаных заменителей и анализ полученных результатов. Выбор норм показателей для ИСТ на резиновую подошвенную пластину.

13. Брошюра «Обувная мировая промышленность во время войны». Редактор Лиюкумович Х. Референт Робинзон А. Объем 4¼ авт. листа. Тираж 450 экз.

Данная брошюра представляет собой сборник аннотаций статей из журналов американской и английской технической литературы за 1942—1944 гг. В них описываются кожсырьевые ресурсы США; перспективы производства подошвенной кожи, обувная продукция США, вопросы планирования, организации труда и зарплаты в обувной промышленности и ряд других.

14. Брошюра «Сборник аннотаций по коже». Редакторы Шапиро А. и Михайлов А. Объем 3 авт. листа. Тираж 500 экз. В данной брошюре изложены аннотации статей, помещенных в иностранной технической литературе и представляющих интерес для нашей промышленности.

15. Брошюра «Исследование эксплуатационных свойств подошвенной кожи, обработанной специальной пропиткой». Редактор Лиюкумович Х. Референт Робинзон К. Объем 1½ авт. листа. Тираж 500 экз.

Брошюра представляет собой реферат из статьи, составленной по материалам кожаной секции Бюро стандартизации при Министерстве торговли США. В ней описываются результаты исследования влияния пропитки жировым составом на носкость подошвенной кожи для бытовой обуви. Попутно изучалась взаимосвязь между носкостью и степенью сопротивляемости истиранию и водонепроницаемостью. Полученные данные свидетельствуют о возможности повышения носкости подошвы на 13% соответствующей обработкой кожи.

16. Брошюра «Новое в химии белков шкуры животного». Доклад, прочитанный в Обществе проф. Павловым С. Объем 3¼ авт. листа. Тираж 750 экз.

В брошюре изложено современное состояние науки в области химии белков, знание которой необходимо для участия в работе по повышению качества продукции и экономики кожаного производства.

17. Брошюра «Применение железных солей для дубления». Редакторы Грелихес Б., Михайлов А. и Шапиро А. Объем 5½ авт. листа. Тираж 700 экз.

В брошюре помещены переводы статей Fleming и Kanag, которые принадлежат к наиболее значительным работам, появившимся в американской и английской литературе за время после возникновения войны. В них исследованы различные варианты дубления на основе окислительно-восстановительной реакции между сернистым железом и хромпиком, приводятся результаты исследований добавок органических кислот при дублении железными солями и публикуются наиболее интересные патенты в этой области.

18. Брошюра «Рефераты по обувному производству из иностранной технической литературы». Редактор Лиюкумович Х. Объем 0,5 печ. листа. Тираж 400 экз.

19. Брошюра «Хромовое дубление». Автор Мак. Лафмин. Редактор Михайлов А. Объем 0,75 печ. листа. Тираж 500 экз.

Брошюра представляет собой перевод раздела по хромовому дублению из книги «Энциклопедия обувной и кожаной промышленности», изд. Hide and Leather, 1943.

20. Темник по изобретательству для шорно-седельной и кожгалантерейной промышленности.

Составители бригада Общества: Шупляков А., Арапов С., Почерников М., Демин В., Болотин И., Фишбейн Д. и Качурин Ф. Редактор Иванов И. Объем 3¼ печ. листа. Тираж 1000 экз.

В сборник включены темы, имеющие общепромышленное значение по разделам: экономия материалов и освоение новых видов заменителей кожи, разработка, усовершенствование конструкций и рационализация методов изготовления шорно-седельных изделий, разработка новых моделей и рационализация методов изготовления кожгалантерейных изделий и людского снаряжения; механизация процессов производства шорно-се-

дельных и кожгалантерейных изделий; организация производства и труда, охрана труда и техника безопасности; экономия топлива и электроэнергии.

21. Клей, краски и химматериалы для пошивки обуви. Редактор Нисневич Б. Объем 3 печ. листа. Тираж 500 экз. Материал издан в виде таблиц (картотека), в которых изложены различные рецептуры клеев, красок и других химматериалов, рекомендуемых для применения в обувном производстве.

Издание Общества за I квартал 1947 г.

22. Брошюра «Новости техники в производстве заменителей кожи за границей». Редактор Запорожковский А. Объем 3 печ. листа. Тираж 300 экз.

Брошюра состоит из 9 разделов:

1. Каучук, регенерат, резина.
2. Наполнители каучука.
3. Ускорители вулканизации каучука.
4. Искусственные смолы и пластмассы.
5. Искусственная кожа легкого типа.
6. Клей и лаки.
7. Обувные картонки.
8. Подошвенные материалы.
9. Машины и аппараты.

Материал изложен в виде обзора опубликованных в заграничной технической литературе 1944—1945 гг. новейших материалов по указанным выше разделам.

23. Брошюра «Монолитная резиновая подошва для юфтевой обуви». Доклад в обществе инж. Цейтлина Я. Редактор Шаров А. Объем 2,5 печ. листа. Тираж 1 000 экз.

Настоящая работа — результат пятилетнего труда коллектива членов Общества по разработке и опытному внедрению в обувной промышленности производства юфтевой обуви на

монолитной подошве гвоздевого крепления (Лузнейер). Опубликование настоящего труда имеет целью облегчить обувным фабрикам освоить это новое техническое мероприятие.

24. Брошюра «Природа процесса растительного дубления». Редактор Михайлов А. Референт Хайкина М. Автор Пейдж Р. Объем 2 печ. листа. Тираж 900 экз.

В брошюре дан полный перевод опубликованных в заграничной технической литературе материалов известного ученого Пейджа.

В них он на основе своих научно-исследовательских работ и обобщения современных знаний делает попытку объяснить природу процесса растительного дубления.

25. Брошюра «Ценное начинание В. Матросова». Составители: бригада Общества в составе Вайсман И. и Кострикова Е. Объем 3 печ. листа. Тираж 20 000 экз. Цена 2 руб. 50 коп. Издано через Гизлегпром.

Брошюра знакомит специалистов и рабочих обувной промышленности с предложением закройщика тов. Матросова и методом работы его бригады, который был изучен авторами по поручению Общества.

26. Брошюра «Творческий почин стахановцев кожевенных заводов». Составители: бригада Общества в составе Дембровского Д., Фридбер И. и Самойловича А. Объем 3 1/4 печ. листа. Тираж 10 000 экз. Цена 3 руб. 50 коп. Обществом был изучен и детально описывается опыт лучших стахановцев передовых кожевенных заводов им. Кагановича и им. Тельмана в Москве гг. Коноваловой К., Барабошина Е., Логинова Н., Татарникова А. по операциям разводки и прокатки.

Обществом ежемесячно выпускается бюллетень «Новости науки и техники» в области заменителей кожи, который рассылается юридическим членам Общества.

## ОБЪЯВЛЕНИЕ

**Постановлением Совета Министров СССР от 11/1 1947 г. об увековечении памяти великого русского ученого проф. Н. Е. Жуковского учрежден ежегодный конкурс на премии и медали им. проф. Н. Е. Жуковского за лучшие работы по теории авиации:**

1. Премии имени проф. Н. Е. Жуковского присуждаются ежегодно, начиная с 1947 г., советским ученым за лучшие работы по теории авиации (аэродинамика, гидродинамика, теория горения и теория прочности самолетов и моторов), а также за выдающиеся учебные пособия по авиационным дисциплинам.

2. Премии присуждаются одновременно с медалями:

а) премия первой степени в размере 50 тысяч рублей вместе с золотой настольной медалью;

б) премия второй степени в размере 25 тысяч рублей вместе с серебряной настольной медалью.

3. Премии могут присуждаться за работы, принадлежащие не только отдельным авторам, но и по группам авторов. Медали им. проф. Н. Е. Жуковского могут быть удостоены лишь отдельные лица персонально из состава группы (по решению Жюри).

4. На соискание премии им. проф. Н. Е. Жуковского представляются лишь новые работы, законченные в период 1946—1947 гг.

**Примечание.** Работы, получившие ранее премии всесоюзного значения, на премии им. Н. Е. Жуковского представлены быть не могут.

5. Работы, представляемые на премии им. проф. Н. Е. Жуковского, должны направляться на имя начальника ЦАГИ проф. С. Н. Шишкина (Москва, ул. Радио, д. № 17).

6. Работы представляются не позднее 18 августа 1947 г.

7. Результаты конкурса публикуются 17 января 1948 года.

8. Работы представляются в трех экземплярах на русском языке, напечатанные на машинке или типографским способом.

9. При опубликовании работ, удостоенных в 1947 году премии им. проф. Н. Е. Жуковского, на работе делается надпись: «Работа удостоена премии (первой, второй степени) имени проф. Н. Е. Жуковского за 1947 год».

**За всеми справками обращаться по телефону Е-1-14-90.**

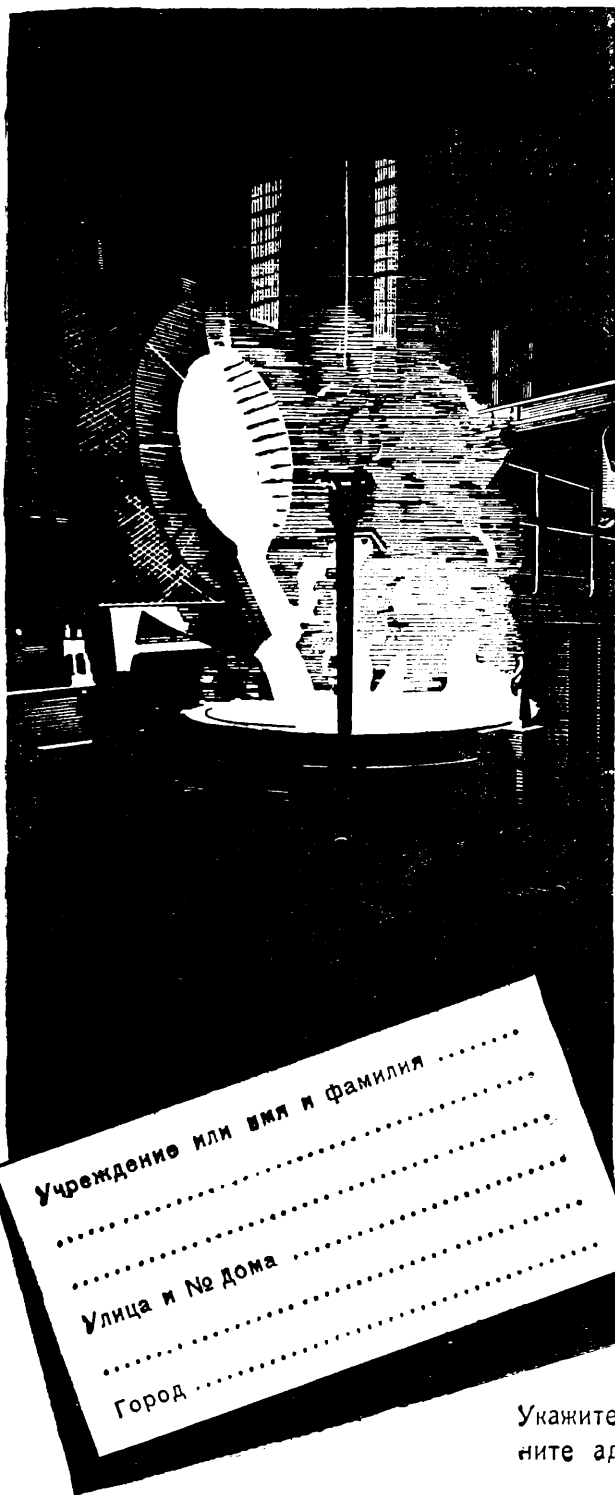
Ответственный редактор В. П. Лебедев

А07176. Сдано в набор 28/V 1947 г. Подп. к печ. 26/VI 1947 г. Формат бумаги 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>, 5 печ. л. Тир. 3000. Зак. 628

Типография Профиздата. Москва, Крутицкий вал, 18.

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ НАДЕЖНЫЙ МАТЕРИАЛ

# СТАЛЬ САНДВИК



Подробные сведения о нашем производстве, облегчающие выбор нужного материала, Вы можете получить в нижеследующих каталогах, изданных на русском языке:

- экз.
- |                                                                                     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Транспортеры со стальной лентой .....                                               | _____ |
| Стальные ленты для транспорта пищевых продуктов .....                               | _____ |
| Справочник по стальным бесшовным трубам .....                                       | _____ |
| Сталь САНДВИК. Картина производства в снимках важнейших изделий .....               | _____ |
| Буровая сталь САНДВИК .....                                                         | _____ |
| Нелегированное магнитное железо САНДВИК .....                                       | _____ |
| Сталь САНДВИК для постоянных магнитов .....                                         | _____ |
| Нержавеющая проволока САНДВИК .....                                                 | _____ |
| Сталь серебрянка САНДВИК .....                                                      | _____ |
| Холоднокатаная ленточная сталь САНДВИК .....                                        | _____ |
| Мембранная сталь САНДВИК .....                                                      | _____ |
| Сталь САНДВИК для деталей текстильных машин .....                                   | _____ |
| Сталь САНДВИК для деталей конторских машин .....                                    | _____ |
| Сталь САНДВИК для компрессорных клапанов .....                                      | _____ |
| Сталь САНДВИК для автомобильных деталей .....                                       | _____ |
| Ленточная сталь САНДВИК для пил .....                                               | _____ |
| Ленточная сталь САНДВИК для измерительных инструментов .....                        | _____ |
| Сборник докладов: .....                                                             | _____ |
| О лесозаготовках и инструменте для них .....                                        | _____ |
| О нержавеющей стали и их применении .....                                           | _____ |
| О холодной прокатке ленточной стали .....                                           | _____ |
| О механической обработке, о ферромагнитных сплавах и о порошковой металлургии ..... | _____ |
| Горные буры КОРОМАНТ .....                                                          | _____ |
| Опыт применения на горных разработках буров, армированных твердыми сплавами .....   | _____ |
| Инструкция по правке пил со скалывающим зубом .....                                 | _____ |

*Подготавливаются к печати*

- |                                                       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|
| Нержавеющие трубы САНДВИК .....                       | _____ |
| Нержавеющая сталь САНДВИК .....                       | _____ |
| Пружинная сталь САНДВИК .....                         | _____ |
| Сталь САНДВИК в зубоорезной технике .....             | _____ |
| Сталь САНДВИК для часовой промышленности .....        | _____ |
| Руководство по транспортерам со стальной лентой ..... | _____ |

*Каталоги высылаются бесплатно*

Укажите количество экземпляров нужных вам каталогов, заполните адресную карточку и пришлите аннонс нам по адресу:

**ШВЕЦИЯ — САНДВИКЕН**

**САНДВИКЕНСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД**

**SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG — SANDVIKEN**

Выписка заграничных товаров может последовать лишь на основании действующих в СССР правил о монополии внешней торговли