

621.315.3

П75

В. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ

ПРОИЗВОДСТВО ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ

С ХЛОПЧАТУБУМАЖНОЙ, СТЕКЛЯННОЙ
И ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
МОСКВА 1945 ЛЕНИНГРАД

041270,2

Д/Е П

П 75 В. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ

С 91 11

П 4

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

ПРОИЗВОДСТВО ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ

С ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ, СТЕКЛЯННОЙ И ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

(ПОСОБИЕ ДЛЯ РАБОЧИХ-КАВЕЛЬЩИКОВ)

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ

17/29.86.108

89674

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

~~РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР~~



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1945 ЛЕНИНГРАД

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Третье издание книги готовилось к печати в условиях Великой Отечественной войны. Возникновение новых кабельных заводов на Востоке и вступление в ряды рабочих-кабельщиков новых многочисленных кадров предъявляют к книге ряд новых требований. Среди них основными являются: возможное сокращение книги, сохранение в ней только совершенно необходимого материала для быстрейшего изучения производства обмоточных проводов и включение в книгу тех новинки и изменений, которые произошли за последние три года в технологии обмоточных проводов.

В связи с этим из книги исключена глава об основных сведениях по электротехнике, а весь остальной материал пересоставлен с учетом всех происшедших за последнее время изменений и нововведений. Кроме того особое внимание уделено вопросам производства проводов с дельта-асбестовой и стеклянной изоляцией, резкое увеличение выпуска которых должно иметь место в самое ближайшее время.

В. А. Привезицв

ВВЕДЕНИЕ

Кабельная промышленность играет большую роль в хозяйственной жизни страны. По стоимости выпуск продукции кабельной промышленности составлял в довоенное время около 30% выпуска всей электропромышленности, т. е. выпуска всех заводов, изготовляющих различные электротехнические машины, аппараты и изделия.

Большой выпуск по стоимости продукции объясняется отчасти тем, что в кабельной промышленности, как ни в какой другой отрасли тяжелой индустрии, приходится иметь дело с обработкой исключительно дорогих материалов, как медь, алюминий, свинец, шелк, пряжа и пр. Кабельные изделия необходимы для самых разнообразных отраслей промышленности. Подземные и наружные силовые кабели составляют неотъемлемую часть электрохозяйства любого города, а в настоящее время и значительного количества наших сел и деревень. Обмоточная медь является основой каждого электродвигателя, генератора, трансформатора и любого измерительного прибора. В наше время нет такой отрасли промышленности, которая бы в той или иной мере не потребляла электрической энергии, а следовательно, не нуждалась бы в проводах, кабелях и обмоточной меди.

Эти изделия помимо своего обычного назначения в качестве проводников сильных токов, т. е. таких токов, которые потребляются электродвигателями, осветительными приборами и прочими устройствами, находят самое широкое применение и в области слабых токов (телеграфия, телефония, радиотехника, телевидение и т. д.).

Каждый современный автомобиль или самолет имеет очень сложное электротехническое оборудование, для изготовления которого требуется обычно значительное количество специальных проводов (авто- и авиаконтакты электрических проводов, провода высокого напряжения для зажигания и т. д.).

Приведенные данные охватывают лишь очень незначительную часть применения изделий кабельной промышленности в народном хозяйстве, однако и они уже показывают, какое исключительное значение имеет кабельная промышленность для индустриализации страны.

В настоящее время за границей кабельная промышленность достигла огромного развития. Так, до войны в США имелось более 100 кабельных

заводов, из которых около 40 оборудованы свинцовыми прессами. В это количество не включены гигантские кабельные заводы известной американской фирмы «Вестерн электрик», которые заняты изготовлением одних только телефонных кабелей.

Очень мощной кабельной промышленностью обладает Англия: общее количество ее кабельных заводов до войны составляло 37, из них 19 было объединено в картель, и т. д.

До революции русская кабельная промышленность была исключительно отсталой, даже в сравнении с другими отраслями промышленности. Это объяснялось полным невниманием к кабельной промышленности со стороны царского правительства и его промышленных органов. Большинство необходимых кабельных изделий ввозилось к нам из-за границы.

Как правило, ввозимые изделия отличались низким качеством и составляли ту часть продукции, которая не могла найти себе сбыта на внутренних рынках других европейских стран. Экспортируя кабельные изделия в царскую Россию в большом количестве, европейские кабельщики вместе с тем всячески старались не раскрывать своих производственных секретов, касающихся технологии производства.

Развитие кабельной промышленности у нас началось лишь после Октябрьской революции, в особенности с 1923/1924 г.

За годы сталинских пятилеток наша кабельная промышленность сильно двинулась вперед. За это время выпуск кабельной продукции возрос во много раз.

Возникшее в 1935 г. стахановское движение выявило огромные резервы для увеличения выпуска продукции, повышения производительности труда и снижения себестоимости.

Стахановское движение неразрывно связано с лучшей организацией рабочего места, гарантирующей быстрый рост производительности труда. Для обмоточных цехов это в частности относится к лучшему и бесперебойному снабжению рабочих пряжей, голрой медной проволокой и приемными барабанами. Практика стахановской работы показала, что хорошая организация рабочего места дает исключительный эффект по всем показателям работы обмоточных цехов кабельных заводов.

Наконец, в 1939 г. возникло движение стахановцев-многостаночников. Это замечательное движение поставило своей задачей путем увеличения одновременно обслуживаемого числа станков, ходов и т. п. добиться дальнейшего повышения производительности труда.

Благодаря этому движению в обмоточных цехах были достигнуты значительные успехи; так, благодаря проведенной механизации и автоматизации станков было значительно увеличено количество одновременно обслуживаемых ходов различных обмоточных и оплеточных машин.

Нужно, однако, отметить, что еще до самого последнего времени у нас оставалось здесь широкое поле деятельности как в части дальней-

щего увеличения числа ходов обмоточных и оплеточных машины, одновременно обслуживаемых одним рабочим, так и в особенности в отношении увеличения рабочих скоростей обмотки и оплетки. Здесь нам предстоит сделать еще очень многое, так как почти на всех заводах имеются станки, которые работают на скоростях ниже паспортных. Кроме того далеко не редки случаи, когда одинаковые машины работают с различными скоростями, и т. п.

Унифицировать скорости, довести их до технической максимально возможных является делом первостепенной важности, тем более что очень часто эти мероприятия не связаны с производством больших или сложных работ.

Наконец, очень важна правильная организация потока материалов в цехе и максимальное сокращение путей прохождения его за счет исключения встречных и лишних перемещений.

Кроме того значительных успехов в обмоточных цехах можно добиться от специализации машин и от внедрения серийной работы. Под специализацией машин мы имеем в виду приспособление отдельных станков и машин под определенные марки и сечения обмоточной меди, причем это мероприятие должно проводиться с таким расчетом, чтобы эти марки и сечения обматывались и оплетались с максимальными рабочими скоростями. Серийная работа оборудования предусматривает доведение до минимума перезаправок путем соответствующего планирования загрузки оборудования.

В настоящее время особое внимание должно быть уделено вопросам немедленной и тщательной подготовки кадров, так как в обмоточных цехах работает теперь много молодежи, ранее незнакомой с производством обмоточной меди. В особенности это относится к нашим новым заводам на Востоке. Поэтому охват рабочих техницизмом и быстрое и успешное обучение их основам производства обмоточной меди является сейчас делом первостепенной важности.

СЫРЬЕ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

В производстве динамомашинной проволоки применяются следующие основные материалы:

1) голая медная проволока (круглая и фасонная);
 2) эмалированная медная проволока;
 3) проволока из других металлов (алюминиевая, бронзовая, стальная, из различных сплавов и т. п.); проволока этой категории обычно применяется в обмоточном производстве в сравнительно незначительном количестве;

- 4) хлопчатобумажная пряжа;
- 5) шелк натуральный;
- 6) шелк искусственный;
- 7) кабельная и телефонная бумага;
- 8) асбестовая изоляция;
- 9) стеклянная пряжа (шелк).

В производстве обмоточных цехов находят применение также лакоткань. Однако, учитывая, что она идет не для производства обмоточной меди, а для производства различных специальных проводов, мы на описании ее не останавливаемся¹.

Точно так же мы не останавливаемся на описании таких материалов, как целлофан, новые виды искусственных шелков и т. п., которые пока не применяются на наших кабельных заводах.

1. ГОЛАЯ МЕДНАЯ ПРОВОЛОКА

Круглая голая проволока. Применяемая в электромашиностроении голая медная проволока бывает круглая и фасонная (преимущественно прямоугольная). Так как проводниковая медь предназначена для изготовления главным образом различного рода обмоток (генераторных, трансформаторных и др.), то от нее требуется максимальная гибкость, отсутствие пружинящих свойств и т. д.

Это достигается тем, что для обмоточной (динамомашинной) проволоки, как правило, всегда применяется отожженная медь.

Отожженная медная проволока обычно обладает несколько большей проводимостью, чем жесткая медь (примерно на 2—3,0%). Таким образом при одинаковых условиях для одной и той же величины тока в случае хорошо отожженной мягкой меди можно выбрать меньшее сечение, чем в случае жесткой проволоки. Однако в то же время хорошо отожженная

¹ Желание могут найти необходимые данные в книге В. А. Привезенцева и Б. М. Тареева, Производство силовых кабелей и обмоточных проводов, Госэнергоиздат, 1945 г.

медная проволока имеет значительно меньшую крепость на разрыв в сравнении с жесткой медью. Так, временное сопротивление на разрыв жесткой медной проволоки (т. е. та нагрузка, при которой материал от растяжения разрывается) составляет 34—40 кг/мм², а отожженной — только 21—25 кг/мм². Жесткая медная проволока обладает весьма малой эластичностью. Относительное удлинение ее при разрыве составляет всего лишь 0,5—2,5%, в то время как у мягкой проволоки это удлинение колеблется в пределах от 10 до 34%. Нужно иметь в виду, что при увеличении сечения удлинение как жесткой, так и хорошо отожженной меди повышается.

Для ясности укажем, что под относительным удлинением мы понимаем такую величину (в процентах от общей длины испытуемого образца), на которую образец удлинится при растяжении, прежде чем он разорвется. Обычно испытание на разрыв производится на образцах определенной длины (200 мм).

Поверхность мягкой медной проволоки, идущей под обмотку, должна быть ровной и гладкой, без следов протяжки, иначе гозоры, эта проволока не должна иметь плен, закатов, трещин, забоин, пузырей, царапин, раковин и заусениц. Все эти дефекты крайне вредно отражаются на качестве обмоточной меди. Они уменьшают механическую прочность в данном месте проволоки и кроме того часто служат причиной повреждения накладываемой изоляции, что совершенно недопустимо ни при каких обстоятельствах.

Гладкая поверхность проволоки приобретает особое значение в том случае, когда обмоточная медь идет для изготовления обмоток высоковольтных трансформаторов, ибо различные заусеницы, пленки и даже осевшая на проволоке медная пыль могут резко понизить электрическую прочность накладываемой изоляции. Поэтому иногда такую проволоку предварительно очищают шкуркой и стеклянной ватой. В некоторых новейших конструкциях американских обмоточных машин для этой цели предусматривают специальное устройство, состоящее из двух вращающихся круглых щеток со стальными иглами, которые счищают с медной проволоки перед обмоткой пыль, грязь и т. д.

Медная проволока, поступающая в обмоточный цех из металлообрабатывающих цехов, обычно имеет некоторые отклонения от своих номинальных, т. е. установленных для нее размеров. Для обмоточной меди такие отклонения имеют исключительно большое значение и должны быть ограничены строго определенными пределами, которые в зависимости от диаметра составляют $\pm 0,003$ — $\pm 0,10$ мм.

Наконец, одним из основных требований, предъявляемых к медной проволоке, является ее минимальное электрическое сопротивление. Мягкая медная проволока, идущая для изготовления обмоточной меди, при длине 1 км и поперечном сечении в 1 мм² должна обладать при температуре в 20° сопротивлением в 17,54 ом, а жесткая, в зависимости от сечения, 17,9—18,2 ом.

Это требование является очень важным, так как обычно все электрические машины и приборы рассчитываются на определенное электрическое сопротивление, и если сопротивление медной проволоки на практике окажется выше расчетной величины (в данном случае больше вышеприведенной величины), то такая машина или прибор, естественно, будет плохо работать. Поэтому медная проволока, предназначенная для изготовления обмоточной меди, проверяется на электрическую проводимость. Этому испытанию подвергают, конечно, не каждую бухту отдельно, а

берут пробу от каждой партии или плавки меди, получаемой с медеплавильных заводов.

Медная проволока поступает в обмоточный цех кабельного завода в следующей таре: проволока диаметром до 0,5 мм — на алюминиевых роликках, проволока диаметром от 0,5 до 1,5 мм — либо на железных барабанах, либо в бухтах и, наконец, проволока диаметром свыше 1,5 мм доставляется в бухтах с правильными перепутанными рядами. Весьма важно, чтобы поступающая медная проволока имела больший вес в одном конце.

Основные технические требования, предъявляемые к круглой и фасонной голой проволоке, о которой говорится ниже, изложены в основном ГОСТ-434-41 на обмоточные провода. В самое последнее время издан новый ГОСТ В-2112-43 на круглую медную проволоку для электрических проводов и кабелей, в котором приведены изложенные выше требования и кроме того введено одно изменение: для мягкой медной проволоки временное сопротивление на разрыв в зависимости от диаметра проволоки должно быть не более 27—30 кг/мм², а относительное удлинение — не менее 10—30%. Этим изменением дается возможность применять для проводов и кабелей, а также для обмоточной меди слегка неотожженную до конца медную проволоку. Такое допущение вполне возможно и целесообразно, так как на электрической проводимости такой несколько неполный отжиг совершенно не отражается. Точно так же никакого практического значения не имеет немного повышенная разрывная прочность и уменьшенное удлинение. Наоборот, очень мягко отожженная медная проволока в процессе обмотки часто вызывает большие осложнения из-за вытягивания и связанного с этим изменения диаметра проволоки, а также из-за перепутывания и образования барашков при сходе с бухт. С другой стороны, предложенное изменение дает значительную экономию топлива при отжиге, так как исключает необходимость держать, часто в порядке перестраховки, повышенные температуры у отжигальных ретортных печей.

Фасонная голая проволока. Обмоточная медь прямоугольного сечения обычно предназначается для обмоток крупных электродвигателей, генераторов и трансформаторов, поэтому на качество ее приходится обращать самое серьезное внимание.

По существующим нормам отожженная прямоугольная проволока должна иметь крепость на разрыв не менее 21 кг/мм², а удлинение в зависимости от сечений — не ниже 28—35%. Твердотянутая прямоугольная медь обычно изготавливается только крупных сечений (шинная медь). Она должна иметь крепость на разрыв в пределах 25—30 кг/мм². Так же, как и круглая, прямоугольная медь должна иметь гладкую поверхность.

Однако, ввиду того что фасонную медь трудно изготовлять с абсолютно безукоризненной поверхностью, допускаются риски и выемки, не имеющие острых углов и не изменяющие отдельных сторон сечений выше пределов, установленных допусками.

Так как прямоугольная обмоточная медь обычно применяется для изготовления различного рода обмоток и секций, существенное значение имеет ее способность легко выдерживать изгибы без образования пленок, трещин и расслоений. Последние именно бывают, если медная проволока изготовлена из недоброкачественного сырья или медь получила дефекты в процессе горячей прокатки (закаты и т. п.).

Качественная прямоугольная медь должна свободно выдерживать навивание на стержень диаметром, равным толщине испытуемой меди.

Особое внимание должно быть обращено на то, чтобы края прямоугольной меди были закруглены и не образовывали режущих граней, так как в противном случае острые края легко могут повредить (порезать) налагаемую изоляцию как в самом процессе обмотки меди, так, в особенности, при закладке ее в пазы электромашин или при изготовлении обмоток для трансформаторов.

В электрическом отношении к прямоугольной меди предъявляются те же требования, что и для круглой.

Наконец, для прямоугольной медной проволоки существенное значение имеют допуски, т. е. отклонения в размерах голой проволоки от номинальных величин. По существующим нормам эти допуски в зависимости от размера сторон колеблются в пределах от $\pm 0,01$ до $\pm 0,09$ мм.

Обычно прямоугольная медная проволока поступает из металлопрокатных цехов в обмоточные цехи в отожженном виде в правильно намотанных бухтах, причем во избежание окисления ее поверхности, как правило, нежелательно надолго оставлять ее в цехе без движения.

2. ЭМАЛИРОВАННАЯ МЕДНАЯ ПРОВОЛОКА

Эмалированная медная проволока находит самое широкое применение в электромашинно- и электроаппаратостроении. Она применяется как в голом виде, так и в комбинации с обмоткой хлопчатобумажной пряжей и натуральным шелком. Марки выпускаемых в настоящее время кабельными заводами эмалированных проволок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка провода	Название марки	Рекомендуемая область применения провода
ПЭН	Проволока эмалированная нормальная Проволока эмалированная лакокостойкая	Применяются в устройствах сильного и слабого тока; возможна дополнительная пропитка изоляционными лаками
ПЭЛ		
ПЭТ		
ПЭ	Проволока эмалированная теллостойкая	Применяется в случае требования повышенной теллостойкости; возможна дополнительная пропитка изоляционными лаками
ПЭ	Проволока эмалированная	Применяется для изготовления однослойных намоток или с изоляционными прокладками между слоями в изделиях слабого тока, а также для обмотки воложнстыми материалами

В довоенное время очень ограниченное применение находила еще марка ПЭЛД (с двойной эмалью). Эта эмалированная проволока обладала повышенной электрической прочностью и минимальным количеством поврежденный эмалевого слоя и предназначалась для замены обмоточной меди с изоляцией из эмади и шелка. Нужно, однако, отметить, что

Большинство технологических трудностей изготовления такой эмалированной проволоки и недоработка технологии эмалирования (хрупкая эмалевая пленка) пока очень сильно ограничивали ее применение, вследствие чего в настоящее время эта эмалированная проволока не изготавливается.

Теплостойкая эмалированная проволока марки ПЭТ изготавливается на глифталевом лаке. Производство ее начато только в конце 1939 г., причем эта марка сразу завоевала себе большой авторитет, благодаря прекрасным электрическим и механическим характеристикам.

Эмалированная проволока изготавливается диаметром от 0,05 мм до 2,44 мм и имеет толщину эмалевого слоя от 0,0075 до 0,045 мм. В самое последнее время на одном из наших заводов начато в производственных масштабах изготовление эмалированной проволоки диаметром 0,03—0,04 мм.

От эмали требуется блестящая ровная поверхность без раковин, утолщений и других видимых глазом дефектов.

Эмалевая пленка обладает хорошими механическими свойствами: качественная пленка обычно легко выдерживает испытание навиванием на стержень, диаметр которого, в зависимости от марки и диаметра эмалированной проволоки, приводится в табл. 2.

Таблица 2

Испытание эмалированной проволоки на эластичность

Марка эмалированной проволоки	Виды и нормы испытания			
	Диаметр проволоки 0,05—0,35 мм	Диаметр проволоки 0,38—0,93 мм	Диаметр проволоки 0,96—1,95 мм	Диаметр проволоки 2,02—2,44 мм
ПЭН	Растяжение до удлинения на 10%	Навивание на стержень, диаметр которого равен четырехкратному диаметру испытуемой проволоки	Навивание на стержень, диаметр которого равен пятикратному диаметру испытуемой проволоки	Навивание на стержень, диаметр которого равен шестикратному диаметру испытуемой проволоки
ПЭЛ и ПЭТ	Растяжение до разрыва	То же, но при трехкратном диаметре испытуемой проволоки	То же, но при четырехкратном диаметре испытуемой проволоки	То же, но при пятикратном диаметре испытуемой проволоки
ПЭ	Растяжение до удлинения на 5%	То же, но при десятикратном диаметре испытуемой проволоки		

Эмалевая пленка негорюча и в достаточной степени обладает теплоустойкостью. Так, эмалевый слой легко выдерживает 24-часовое пребывание в термостате при температуре 100° (для марок ПЭЛ, ПЭН и ПЭ) и 125° (для марки ПЭТ) с последующим испытанием на эластичность согласно приведенным выше нормам.

Электрическая прочность эмалевой пленки достаточно высока. В табл. 3 приводятся минимальные величины пробивных напряжений для двух скрученных проволок.

Таблица 3

Номинальный диаметр проволоки, мм	Число скруток на длине 400 мм	Пробивное напряжение при частоте 50 гц, вольт эф.	
		ПЭЛ и ПЭТ	ПЭН и ПЭ
0,05—0,07	120	300	250
0,08—0,13	120	350	300
0,14—0,21	65	500	350
0,23—0,51	50	750	500
0,53—0,80	50	850	650
0,83—1,35	30	1 000	750
1,40—2,44	15	1 250	900

Эмалевая пленка вполне маслостойка и совершенно не показывает снижения электрической прочности при испытаниях на пробой после 24-часового пребывания в трансформаторном масле при температуре 100°.

Эмалевая пленка несколько поддается воздействию бензина, причем лучше себя в этом отношении ведет термостойкая эмаль марки ПЭТ, изготовленная на глифталевых лаках. По существующим нормам величина пробивного напряжения при испытании образцов проволоки марок ПЭЛ, ПЭН и ПЭТ после 24-часового пребывания в авиационном бензине при комнатной температуре, должна составлять не менее 60% величин, приведенных в табл. 3.

При обмотке эмалированной проволоки нужно обращать также самое серьезное внимание на недопустимость холодных спаек (соединение скруткой) эмалированной проволоки. Разрешается только горячая пайка встык с обязательным последующим покрытием места спая слоем эмали.

Как бы тщательно ни производился процесс эмалировки, в эмалевой пленке всегда будет некоторое количество точечных повреждений, зачастую совершенно микроскопических по своим размерам и не видимых невооруженным глазом. Эти точечные повреждения определяются только у тонких эмалевых проволок (до диаметра 0,35 мм включительно) при помощи специальных ртутных станков, в которых эмалированная проволока проходит через небольшие ртутные ванны, замыкающие сигнальную цепь в случае наличия повреждения в эмалевой пленке. Допустимое число таких точечных повреждений на длине 15 м должно быть: для проводов ПЭН и ПЭЛ не более 15 и для проводов ПЭ не более 30.

У эмалированной проволоки диаметром более 0,35 мм определение числа точечных повреждений заменяется испытанием на электрический пробой.

При всех положительных свойствах эмалевой изоляции она обладает также и рядом недостатков, к числу которых относятся: большая неравномерность качества изоляции, даже в пределах одной катушки, и склонность эмалевой пленки к сильному старению.

В отношении неравномерности качества изоляции необходимо отметить, что часто эмалированная проволока, имеющая превосходные качества на наружных витках катушки, становится совершенно непригодной к употреблению, когда катушка разматывается до середины. Отчасти это зависит от неправильной технологии изготовления эмалированной проволоки, кроме того здесь также сказывается недостаточный технологический контроль. Усиленной работой в указанных направлениях можно в значительной степени избежать указанных дефектов. Что же касается старения эмалевого пленки, то коренным мероприятием здесь является переход на глифталовые лаки. Проведенные испытания показывают, что со временем пленка, изготовленная на глифталовом лаке, даже несколько улучшает свои электрические характеристики. Учитывая, наконец, что глифталовый лак дает пленку повышенной теплостойкости и исключительно высокой эластичности (провода легко выдерживают наивысшие по собственному диаметру), необходимо всемерно рекомендовать самое быстрое и широкое внедрение этого эмалевого лака в производство. Нужно только отметить, что эмалева проволока, изготовленная на глифталовом лаке и при растворителе — керосине, обладает несколько пониженной стойкостью против ударных нагрузок, в особенности при низких температурах. Здесь нужна доработка рецептуры и технологии.

Наконец необходимо отметить, что качество эмалевого изоляции находится в прямой зависимости от качества проволоки, предназначенной для эмалирования, так как малейшие дефекты на ее поверхности неизбежно отражаются на качестве эмалировки. В этом отношении на всех наших заводах дело обстоит не совсем благополучно и требуется упорная работа для обеспечения безукоризненного качества (в особенности в отношении состояния поверхности и точности размеров проволоки, идущей под эмалировку). Весьма существенным в этом отношении является выделение в проволочных цехах специальных волочильных машин, которые должны снабжаться высококачественными волочильными фильерами, тщательно проверенной катанкой или заготовкой («подтяжкой») и которые должны работать исключительно для нужд эмальщиков.

Основными марками, которые идут в производство обмоточных цехов, являются марка ПЭ (для изготовления меди марок ПЭШО, ПЭБО, и т. п.), ПЭН и ПЭЛ (для изготовления меди марок ПЭЛШО, ПЭЛБО и т. п.).

Прочие марки эмальпровода в комбинации с волокнистой изоляцией находят пока небольшое применение.

В ближайшее время действующие ВТУ 111-42 должны быть заменены новым ГОСТ на эмалированную проволоку. Этим ГОСТ предполагается наличие следующих трех марок: ПЭЛ, (старая марка ПЭЛ); ПЭЛ, (эта марка имеет несколько пониженные требования в сравнении с маркой ПЭЛ, и приближается по качеству к старой марке ПЭН, однако эмальпленка и в этом случае должна быть бензиностойкой; эмальпровода этой марки предназначена под обмотку, а также для намотки в секции в голом виде с применением изоляционных прокладок); ПЭТ (теплостойкая эмалированная проволока).

Проектом нового ГОСТ предусматриваются описанные выше требования на эластичность, теплостойкость, маслобензиностойкость, электрическую прочность и т. д., при этом при испытании на эластичность и теплостойкость эмальпленки марки ПЭЛ, предусматривается наивысшее на цилиндр восьмикратного диаметра испытываемой проволоки. Точно также для этой марки значительно снижены минимальные пробивные напря-

жения по сравнению с маркой ПЭН. Наконец, при испытании тонкой эмалированной проволоки на наличие точечных повреждений отдельно нормируется максимальное число таких повреждений для проволоки диаметром 0,05—0,14 мм и для проволоки диаметром 0,15—0,35 мм согласно следующей таблице:

Марка проволоки	Номинальный диаметр проволоки, мм	
	0,05 — 0,14	0,15 — 0,35
	Число точечных повреждений на длине 15 мм	
ПЭЛ ₂	25	20
ПЭЛ ₁	15	10

Наконец, в скором времени на наших заводах начнет изготавливаться совершенно новый вид эмалированной проволоки на так называемом эмалилаке «формекс». Этот лак изготавливается на основе недавно разработанных и полученных синтетических смол, причем эмальпенка нового лака обладает прекрасными механическими и электрическими свойствами. Высокая прочность эмальпенки делает совершенно излишним наложение поверх эмали хлопчатобумажной или шелковой обмотки, что помимо экономии этих материалов значительно повышает коэффициент заполнения пазов электрических машин и, следовательно, резко увеличивает мощность последних при одних и тех же габаритах. Помимо изложенного новые эмальпенки достаточно термостойки.

Технологический процесс изготовления эмалированной проволоки на лаке формекс значительно сложнее, чем на обычных масляных или глифталевых лаках. Применение новых и сильно пахнущих растворителей требует усиления вентиляции. Кроме того при наложении лака повышенной густоты не исключено применение специальных калибров, через которые будет пропускаться проволока. Наконец, новая эмальпенка совершенно бесцветна, что, с одной стороны, придает эмалированной проволоке красивый вид, а с другой стороны, затрудняет контроль за ее качеством в процессе изготовления.

Стоимость меди и ее дефицитность. При изготовлении обмоточной меди нужно всегда иметь в виду, что медь является очень дорогим металлом, по своей ценности во много раз превосходящим ценность железа и стали. Поэтому необходимо принимать все меры к тому, чтобы расход меди был минимальным.

Следует отметить также, что электротехническая медь значительно дороже других сортов ее, применяемых в остальных отраслях промышленности. Дело в том, что, как уже было указано выше, для проводниковой меди исключительное значение имеет высокая электрическая проводимость, а такой проводимостью обладает лишь абсолютно чистая медь, не имеющая никаких примесей. Чистота меди достигается особой дополнительной, так называемой электролитической, обработкой ее.

Стоимость такой дополнительной обработки довольно высока, так как последняя требует большого расхода электроэнергии.

Это обстоятельство помимо бережного отношения к меди требует также, чтобы отходы меди не загрязнялись какими-либо посторонними примесями, например частицами железа, латуни и т. п., ибо если медные

отходы, попав в переплавку, будут содержать в себе хотя бы самое незначительное количество подобных примесей, то выплавленная медь получит низкую проводимость и, следовательно, сильно потеряет в своей ценности.

Основным мероприятием, которое может способствовать уменьшению отходов, является прежде всего бережное обращение с медью при ее транспортировке и подготовке к процессу обмотки; например, бывают случаи, когда отдельные бухты становятся совершенно не пригодными для обработки вследствие небрежного обращения с ними и плохого хранения. Надо помнить, что при длительном хранении в сыром помещении медь окисляется и становится непригодной для обмотки. Так как отожженная медь представляет собой очень эластичный и мягкий материал, то с ней следует обращаться с осторожностью, ибо даже небольшие удары и механические повреждения крайне вредно отражаются на ее качестве и порой делают медную проволоку не годной к употреблению.

Наконец, небрежная заправка или отсутствие надлежащего надзора за укладкой проволоки на приемных барабанах обмоточных машин часто увеличивает количество обрывов при перемотке обмотанной меди и тем самым значительно повышает брак и отходы.

Уменьшение отходов и отбросов в первую очередь должно быть достигнуто высококачественной работой обмотчиц или оплетчиц, так как различные дефекты, незамеченные в процессе обмотки и оплетки, будут обнаружены во время контроля и приемки и повлекут за собой забракование всей катушки или бухты. Другим мероприятием является содержание тары в надлежащем порядке; очень часто из-за плохого состояния животиков катушек и барабанчиков первые слои намотанной на них меди оказываются испорченными.

3. ПРОВОЛОКА ИЗ ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ

Для некоторых специальных случаев, когда требуется минимальный вес, иногда применяется алюминиевая проволока (авиастроение и т. п.), так как удельный вес алюминия равен 2,7, в то время как удельный вес меди составляет 8,9. Алюминий по своим качествам уступает меди: электропроводность его примерно в 1,65 раза меньше электропроводности меди; прочность на разрыв мягкого отожженного алюминия составляет всего около 8—9 кг/мм², а твердотянутого алюминия — 15—16 кг/мм²; температура плавления алюминия 657°, в то время как у меди она составляет 1089°. Кроме того алюминий хрупок и плохо поддается пайке.

Поэтому до настоящего времени применение алюминия в производстве обмоточной меди крайне незначительно.

В некоторых случаях приходится применять проволоку, изготовленную из различных сплавов высокого сопротивления; такими константан, манганин и т. п. Эти материалы в большинстве своем представляют собой сплавы меди, никеля, марганца, причем в константане содержание никеля доходит до 40% и марганца до 1—1,2%, в манганине же никеля всего около 3% и марганца около 12%.

Наибольшее значение из них в производстве обмоточных цехов имеет манганин. Этот сплав в силу своих высоких электрических характеристик (очень малая изменяемость омического сопротивления от температуры) применяется в производстве различной аппаратуры. Это обстоятельство всегда нужно учитывать при изготовлении обмоточных проводов из этого сплава.

Голая марганцовая проволока изготавливается в твердом виде (марка МПТ) и мягкая отожженная (марка МПМ). В обмотку обычно идет марганцовая проволока марки МПМ в эмалированном виде, причем основная масса этой проволоки применяется диаметром 0,05—0,5 мм с допусками в пределах $\pm 0,003$ — $\pm 0,02$ мм.

Особое внимание при эмалировании и обмотке следует обращать на то обстоятельство, что в зависимости от состава и температурной обработки марганца разделяется по величине температурного коэффициента омического сопротивления на два класса: А и Б. Нужно принимать все необходимые меры, исключая возможность смешивания и переплутывания марганца одного класса с другим.

Константа также изготавливается в твердом и мягком виде, причем в обмотку чаще всего поступает мягкая проволока в эмалированном виде.

По сравнению с чистой электролитической медью все упомянутые сплавы отличаются значительно большей механической прочностью, но одновременно и гораздо большим удельным сопротивлением. Поэтому при обработке таких сплавов нужно особенно внимательно следить за тем, чтобы их отходы не смешивались с отходами медной проволоки, так как примеси их неблагоприятно отразятся на проводимости меди, полученной после переплавки отходов.

В настоящее время марганец и константа исключительно дефицитны. Поэтому мероприятия по их экономии за счет максимального сокращения брака и отходов исключительно эффективны и важны.

4. ХЛОПЧАТУМАЖНАЯ ПРЯЖА

После меди хлопчатобумажная пряжа является основным сырым материалом, с которым приходится иметь дело в процессе наложения изоляции динамомашиной проволоки.

Пряжа бывает крученая и однониточная. Первая поступает на кабельные заводы скрученной в две-три нитки и обычно применяется только для оплетки проводов. Для обмотки же идет однониточная пряжа. Нити хлопчатобумажной пряжи имеют различную толщину, которая характеризуется номером пряжи.

С начала 1935 г. введена метрическая система измерения пряжи. В этой системе номер пряжи обозначает, сколько километров пряжи заключается в одном килограмме, или, иначе, сколько метров пряжи содержится в одном грамме.

Здесь, так же, как и в ранее применявшейся английской системе, чем тоньше пряжа, тем выше ее номер, ибо количество метров при одном и том же весе мотка будет больше при более тонкой нити.

Наиболее ходовые номера, применяемые в обмоточном деле, таковы (по метрической системе): однониточная хлопчатобумажная пряжа — № 240, 200, 170, 134, 100, 85, 40, 20 и 5; крученая пряжа № 100/2, 85/2, 54/2, 34/2 и 20/3.

Основные требования, предъявляемые к пряже: 1) определенная крепость нити на разрыв, измеряемая обычно в граммах, и 2) соответствие нормам допускаемых отклонений по номеру.

При прядении номер пряжи не получается абсолютно точно соответствующим требуемой его величине. Небольшое отклонение от его номинальной величины не может служить препятствием к применению такой пряжи в обмотке. Однако, если отклонение это очень значительно, то обмотка получится неровной (рябой).

Допускаемое отклонение среднего номера колеблется примерно в пределах $\pm 3\%$; например, для пряжи № 200 отклонение по номеру в большую сторону должно составлять не более:

$$\frac{3 \times 200}{100} = 6,$$

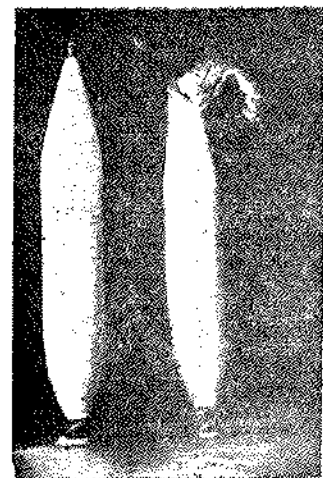
т. е. средний номер пряжи должен быть не выше $200 + 6 = 206$. Допускаемое отклонение номера в меньшую сторону для данного случая будет такое же. Отсюда минимальный средний номер равен $200 - 6 = 194$.

Пряжа, применяемая для обмотки меди, не должна иметь шишек, ворса и волнистости и не должна давать пегель при размотке. Особое внимание надо также обращать на то, чтобы влажность пряжи не превосходила определенного установленного предела (обычно 8%), ибо при повышенной влажности пряжа становится тяжелее и фактически приходится переплачивать деньги за влагу.

Огромное значение имеет упаковка пряжи. Пряжа представляет собой материал, требующий самого осторожного обращения. Небрежная упаковка вызывает порчу початков и ведет к очень высокому проценту брака.

Пряжа, как и медь, является очень дорогим материалом, причем чем больше ее номер, тем выше стоимость пряжи.

Основное мероприятие, способствующее уменьшению отходов и отбросов пряжи, состоит прежде всего в том, что пряжа должна поступать с бумагопрядильных фабрик не на копсах (коротких бумажных патронах), а на



Фиг. 1. Пряжа на сквозных патронах и копсах.

сквозных патронах, т. е. на гильзах, идущих вдоль всего початка (фиг. 1).

До 1935 г. кабельные заводы обычно получали пряжу на копсах. Достаточно было легкого удара по верхней части початка, намотанного на копсы, чтобы перепугать пряжу и вызвать брак. Кроме того большой брак получается от пряжи, намотанной на копсах, при надевании початков на пальцы тростильных машин: достаточно было несколькими нитями, расположенным внутри початка, сойти со своего положения, чтобы вызвать большие затруднения при трощении пряжи и, как следствие — очень высокий процент отходов.

Благодаря настойчивым требованиям работников кабельной промышленности удалось, наконец, наладить получение пряжи от бумагопрядильных фабрик на сквозных патронах.

Следующим мероприятием по снижению брака и отходов пряжи является содержание тростильных машин в должном порядке, ибо, как мы увидим ниже, плохое состояние этих машин прежде всего вызывает значительное увеличение брака.

Так как пряжа высоких номеров очень дорога, то очень часто бывает целесообразно заменить ее пряжей более низких номеров, если это позволяет допускаемая толщина изоляции.

Работа, проведенная в этом направлении в последнее время на одном нашем кабельном заводе, показала возможность отказаться от применения при обмотке проволоки (диам. 0,3 мм и выше) пряжи № 240 и 200 и значительно сократить расход пряжи № 170. Нужно только отметить, что эту замену следует производить осторожно, ни в коем случае не допуская утолщения изоляции сверх установленных норм. Кроме того нужно учитывать, что переход на более низкие номера пряжи вызывает перерасход ее по весу. Поэтому подобный переход должен обстоятельно обосновываться экономически.

Отходы и отбросы пряжи, которые не могут быть использованы, представляют собой очень ценный вторичный материал; их следует употреблять при эксплуатации особо дорогих и сложных машин.

5. ИЗОЛЯЦИОННЫЙ ШЕЛК

Натуральный шелк. Натуральный изоляционный шелк обычно применяется для изоляции обмоточной меди диаметром менее 0,5 мм. По своим электрическим и механическим качествам он довольно близок к хлопчатобумажной пряже. Однако основное его преимущество заключается в том, что шелковая изоляция имеет значительно меньшую толщину, нежели изоляция из пряжи. Если минимальная толщина однослойной обмотки из пряжи составляет 0,09—0,11 мм на диаметр, то ходовые сорта шелка дают соответственно 0,06 мм.

В обмоточном деле натуральный шелк может применяться либо в виде шелка-сырца, либо в виде вареного шелка (шелк-сырец, подвергнутый предварительно отварке и желатальной окраске). Однако шелк-сырец не находит широкого применения в обмоточном деле, так как он плохо держится на bobинах, дает большое количество брака при трощении и обладает менее красивой поверхностью и блеском, чем это свойственно натуральному вареному шелку. Кроме того при обмотке расход шелка-сырца по весу больше расхода вареного шелка, так что экономическая выгода от его применения в сравнении с натуральным шелком невелика. В силу этих обстоятельств сейчас для целей обмотки применяется исключительно вареный шелк.

Толщина натурального шелка характеризуется его титром, выражаемым в денье (1 денье равно 0,05 г.). Количество денье указывает вес 450 м шелковой нити, выраженной в денье.

Например, 450 м изоляционного шелка титра в 12 денье весит $12 \times 0,5 = 0,6$ г. Иначе, количество, денье указывает вес в граммах 9 000 м шелковой нити. Естественно, что чем больше денье, тем толще шелк.

В настоящее время изоляционный шелк обозначается условными порядковыми номерами и изготавливается следующих толщин:

№ 1	—	изоляционный шелк	титра	12	денье
№ 2	—	»	»	17	»
№ 3	—	»	»	22,5	»

Шелк № 2 и № 3 дает толщину обмотки (на диаметр) 0,06 мм, а шелк № 1—0,05 мм. Выработкой более тонких сортов шелка ограничиваться толщины однослойной обмотки (на диаметр) не следует.

2 Производство обмоточных проводов
ВЕСЛУНДИАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

книгах и технических условиях шелк № 2 и № 3 обозначается как шелк титра 17/19 и 28/30. Это обозначение имеет в виду титр шелка в денье в сыром неотваренном виде, чем и обуславливается повышенный титр шелка против указанных выше нормализованных величин.

Основные требования, предъявляемые к изоляционному шелку:

1. Крепость на разрыв, выражаемая в граммах на одно денье. Для шелка № 1 она должна быть не менее 3,0 г, для шелка № 2 и № 3 соответственно не менее 3,1 и 3,2 г.

Таким образом крепость нити шелка № 2 должна быть не менее $3,1 \times 17 = 52,7$ г и т. д.

2. Шелк обладает значительно бóльшим удлинением, чем хлопчатобумажная пряжа.

По существующим техническим условиям требуется, чтобы удлинение шелка при испытании его на разрыв было у № 1 не менее 10% и у № 2 и № 3 не менее 12%. Иначе говоря, если подвергнуть испытанию на разрыв шелковую нить № 2 и № 3 длиной 200 мм, то до момента разрыва она должна вытянуться на

$$\frac{200 \times 12}{100} = 24 \text{ мм.}$$

3. Для шелка, как и для хлопчатобумажной пряжи, существенное значение имеет отклонение титра от его номинальной величины. Титр шелка № 1 должен быть в пределах 11—13 денье, № 2— в пределах 15,5—18 денье, № 3— в пределах 21—24 денье.

Еще недавно для производства обмоточной меди применялся так называемый двухниточный шелк, т. е. шелк, скрученный из двух отдельных нитей. В свою очередь каждая из этих нитей скручивалась из элементарных (отдельных) шелковых волокон толщиной в 5—7 микрон.

В связи с увеличением выпуска обмоточной меди с шелковой изоляцией потребность в изоляционном шелке резко возросла, причем скручивание шелка в две нити потребовало большого количества оборудования и рабочей силы. Поэтому на кабельных заводах была проведена большая работа по внедрению так называемого однониточного шелка, т. е. шелка, скрученного в одну нить из отдельных элементарных шелковых волокон.

При этом оказалось, что наилучшие результаты дает применение шелка, у которого число скрученных элементарных волокон на 1 м будет составлять 150—200.

4. В процессе варки и кручения шелк подвергается химической обработке. Очень важно, чтобы шелк не содержал остатков серной кислоты, иначе он будет действовать разрушающе на медную проволоку, а кроме того и его собственная прочность со временем понизится. Наконец, сопротивление изоляции такого шелка будет значительно ниже, чем у шелка, свободного от остатков серной кислоты.

Помимо указанных требований шелк должен иметь чистую и блестящую поверхность без значительного количества шероховатых мест и отдельных дефектов. Крашеный шелк должен иметь совершенно ровную окраску.

В обмоточном деле обычно применяется шелк, окрашенный в зеленый цвет. Этот цвет считается наиболее гигиеничным и менее других цветов утомляет глаза обмотчиц.

В небольшом количестве употребляется также белый шелк.

Нужно, однако, отметить, что при однослойной обмотке эмалированной проволоки белым шелком благодаря просвечиванию эмали внешний вид обмоточной меди получается неприглядным, неровного серого цвета. Поэтому для обмотки эмалированной проволоки применяется также шелк темных цветов — коричневого и синего.

До революции шелк был почти исключительно импортным материалом и ввозился к нам главным образом из Китая. В настоящее время у нас создана своя шелковая промышленность. Однако и сейчас стоимость натурального шелка чрезвычайно высока, во всяком случае, она в 15—25 раз выше цены отдельных сортов хлопчатобумажной пряжи. Это заставляет относиться к натуральному шелку исключительно бережно и требует максимального внимания ко всем мероприятиям, способствующим уменьшению отходов и отбросов.

Основным мероприятием такого рода является безукоризненная работа тростильных машин. Плохо строченный шелк обычно вызывает в дальнейшем увеличенный брак. Снижение процента отходов и отбросов зависит также от качества сырья, получаемого с шелкоразмоточных фабрик: даже небольшие дефекты в катушках с шелком вызывают на тростильных машинах (работающих при трощении шелка на высоких скоростях) увеличение отходов этого столь ценного материала.

Естественно, что крайне важными являются все мероприятия по замене шелка другими материалами. В этом отношении за последнее время сделано многое. Еще несколько лет назад натуральный шелк в значительном количестве употреблялся для оплетки отдельных проводов и шнуров. В настоящее время натуральный шелк для целей оплетки в значительной мере заменен во много раз более дешевым искусственным шелком. Такую замену безусловно целесообразно произвести всюду, где еще продолжает применяться для оплетки натуральный шелк.

Резко сокращено потребление шелка и для целей обмотки проводниковой меди; как было указано выше, в последнее время толстые размеры проволоки (толще 0,5 мм) обычно шелком уже не изолируются.

В качестве другого мероприятия по замене натурального шелка можно указать на возможность замены двойной шелковой обмотки одним слоем эмали с наложенным поверх нее слоем пряжи.

Искусственный вискозный шелк. В производстве обмоточной меди искусственный вискозный шелк играет пока небольшую роль. Основное применение он находит в качестве оплетки для различного рода проводов. Для обмотки же его до сего времени не применяли, потому что он плохо держится на бобинах и сыпается в процессе работы. Кроме того вискозный шелк обычно очень гигроскопичен (т. е. легко впитывает в себя влагу), что резко понижает электрические свойства изоляции.

Наконец, этот шелк значительно быстрее поддается старению (свойство от времени ухудшать свои электрические и механические качества), чем хлопчатобумажная пряжа и натуральный шелк.

Однако наряду с отрицательными чертами вискозный шелк имеет и свои положительные стороны:

1. Прежде всего он очень дешев и может успешно конкурировать с тонкими сортами пряжи.

2. Этот шелк имеет очень красивую поверхность и поэтому может вполне заменить натуральный шелк в оплетке.

Нити вискозного шелка имеют различную толщину, причем они значительно толще нитей натурального шелка.

Искусственный ацетатный шелк. Ацетатный шелк является вторым видом искусственного шелка. Он получается обработкой хлопкового волокна уксусной кислотой и другими химическими материалами. Это обработка, включая стоимость хлопка, значительно дороже, чем переработка древесной массы в вискозный шелк. Поэтому ацетатный шелк значительно дороже вискозного. Однако он обладает хорошими изоляционными свойствами и не уступает в этом отношении натуральному шелку. В ряде случаев, например, при изготовлении специальных слаботочных проводов, работающих на переменном токе высокой частоты, ацетатный шелк является незаменимым материалом.

Наконец, хорошую изоляцию ацетатный шелк представляет в комбинации с нитролаковой пленкой. Растворители нитролака при нанесении пленки слегка растворяют ацетатный шелк, что создает прекрасное сцепление с лаковой пленкой. Недостатком ацетатного шелка является несколько меньшая разрывная прочность, чем у натурального шелка, а главное большая толщина изоляции, чем у натурального шелка. Поэтому его нельзя применять там, где требуется особо малая толщина изоляции. Однако в различного рода схемных, монтажных и прочих проводах ацетатный шелк является хорошим заменителем крайне дорогого натурального шелка.

6. ИЗОЛЯЦИОННАЯ БУМАГА

Кабельная бумага. Кабельная бумага имеет широкое применение в обмоточном производстве.

В настоящее время промышленность выпускает следующие три марки кабельной бумаги:

К-08	—	кабельная бумага	толщиной	0,08	мм
К-12	—	»	»	0,12	»
К-17	—	»	»	0,17	»

Бумага марки К-17 применяется в отдельных случаях только в кабельном деле: для обмоточной же меди обычно употребляется кабельная бумага толщиной 0,12 мм. Эту бумагу выпускают бумажные фабрики в больших рулонах, которые уже на кабельных заводах разрезаются на узкие ленты, сматываемые в ролик. Эта работа производится на специальных бумагорезательных машинах.

Основные требования, предъявляемые к кабельной бумаге:

1. Точная толщина бумаги. Значительные колебания в толщине кабельной бумаги, естественно, отражались бы на толщине налагаемой изоляции.

Существующим ГОСТ 645-41 на кабельную бумагу установлены следующие пределы допустимых отклонений толщины кабельной бумаги: для бумаги марки К-08— $\pm 0,005$ мм, марки К-12— $\pm 0,007$ мм и марки К-17— $\pm 0,01$ мм.

По соглашению сторон (заказчика и поставщика) допускается для бумаги К-08 и К-12 отклонение в пределах $\pm 0,01$ мм, что обычно и имеет место на практике.

2. Определенная крепость бумаги на разрыв как вдоль рулона, так и в поперечном направлении. По существующему ГОСТ разрывной груз для бумажной полоски шириной 15 мм должен быть не менее следующих величин:

а) разрывной груз в кг в продольном направлении	9,0	16,0	22
б) то же, но в поперечном направлении	4,5	7	11

3. Бумага должна обладать типичной машинной гладкостью и иметь зольность (остаток после сжигания) не более 1%.

4. Бумага должна быть стойкой к изгибам как в продольном, так и в поперечном направлениях; по существующему ГОСТ бумага должна выдерживать не менее 2 000 двойных изгибов. Кроме того кабельная бумага должна обладать определенной растяжимостью; если растягивать полосу кабельной бумаги по длине вдоль рулона, то перед разрывом она должна вытянуться не менее чем на 2%; если же полосу растягивать поперек рулона, то она должна вытянуться не менее чем на 6%.

5. К кабельной бумаге предъявляется еще ряд специальных требований: она не должна содержать остатков кислот, влажность ее должна быть не более 8%, она должна иметь минимальное количество щелочей и т. д.

В обмоточном деле кабельная бумага употребляется в виде узких лент (от 5 до 18 мм), на которые разрезают поступающие с фабрик рулоны. Разрезание бумаги имеет весьма существенное значение как для качества изоляции, так и для самого процесса обмотки. Очень важно, чтобы ролики с лентой не имели внутри обрывов, иначе это неизбежно вызовет останковку машины и порчу изоляции. Кроме того необходимо, чтобы поверхность кромок роликов была ровной, без надрывов и заусенцев, а сама бумага не имела складок, морщин и мелких отверстий, заметных простым глазом, ибо все это отражается на качестве изоляции.

Стоимость кабельной бумаги обычно ниже стоимости хлопчатобумажной пряжи и прочих применяемых в кабельном производстве материалов. Однако большая ее дефицитность заставляет обращать серьезное внимание на сокращение отходов и отбросов. Попадающие в отходы целые ролики или куски бумаги большой длины гораздо целесообразнее использовать для изготовления бумажных пропитанных роликов, применяемых монтерами в качестве подмотки в муфтах при соединении силовых электрических кабелей, пускать на производство корделя, идущего для заполнения междужилльных пространств в силовых кабелях и т. д.

Телефонная бумага. Основное отличие телефонной бумаги от кабельной заключается в ее меньшей толщине, которая колеблется в пределах от 0,05 до 0,08 мм, причем наиболее распространенной у нас является бумага толщиной в 0,05 мм.

К телефонной бумаге предъявляются те же требования, что и к кабельной:

1. Она должна иметь допуски по толщине в пределах $\pm 5\%$; другими словами, для толщины 0,05 мм допуск должен составлять $\pm 0,0025$ мм.

2. Телефонная бумага должна иметь определенную прочность на разрыв; так, разрывное усилие для бумаги толщиной в 0,05 мм должно быть не менее 5,4 кг — для полоски шириной в 15 мм, взятой в продольном направлении; растяжимость в продольном направлении должна быть не менее 2%, а в поперечном — не менее 3,5%.

3. Телефонная бумага должна иметь большую прочность на изгиб, причем число двойных перегибов для бумаги, вырезанной в продольном направлении, должно составлять не менее 500, а для бумаги, вырезанной в поперечном направлении, — не менее 200.

Так же, как и к кабельной, к телефонной бумаге предъявляется и ряд других требований, так, например, влажность ее не должна превышать 8%, содержание смол 0,4% и т. д.

В производстве обмоточной меди телефонная бумага имеет широкое применение.

Нормальная радиальная толщина изоляции обмоточной меди составляет 0,15 мм, поэтому для нее приходится применять только телефонную бумагу, обматывая провод в три слоя. В исключительных случаях здесь можно также применять однослойную обмотку кабельной бумагой толщиной в 0,12 мм, накладывая ее с таким перекрытием, которое исключает раскрытие изоляции при испытаниях обмоточной меди на изгиб.

Кабельная бумага применяется для изготовления обмоточной меди с усиленной изоляцией, а также для изолирования жил телеграфных кабелей и т. п.

7. АСБЕСТОВАЯ ПРЯЖА

До введения в практику стеклянного волокна асбест был единственным видом применявшегося в кабельной технике теплоустойчивого волокнистого электроизоляционного материала. Под асбестом обычно понимается группа родственных между собой минералов, общим свойством которых является волокнистое строение, допускающее в случае достаточной длины и мягкости волокна обработку его обычными методами текстильной промышленности.

Преимуществом асбестовых материалов перед органической волокнистой изоляцией (бумага, хлопчатобумажные, льняные и прочие пряжи) является их высокая теплоустойчивость. Если органические волокнистые материалы приходят в негодность уже начиная с температуры нагрева 105° (постепенно обугливаются и теряют прочность и эластичность), то асбестовые материалы при температуре нагрева до 150—200° могут работать неопределенно долгое время без каких-либо изменений.

Поэтому изолированные асбестом кабельные изделия применяют в тех случаях, когда требуется очень высокая теплоустойчивость (например, в обмотках машин крановых и тяговых устройств и т. п.).

Электрические свойства асбестовой пряжи сравнительно невысокие. В табл. 4 приводятся величины электрического напряжения в вольтах, которые необходимы для пробоя различной изоляции толщиной в 1 мм. Из этой таблицы видно, что по сравнению с другими материалами асбест обладает значительно более низкой пробивной прочностью. Отчасти это объясняется его высокой гигроскопичностью и значительным количеством примесей (окислов железа).

В кабельном производстве обычно применяется асбестовая ровница и очень редко однониточная асбестовая пряжа.

Ровница применяется для изготовления дельта-асбестовой изоляции и бывает обычно двух номеров — № 7 и № 8.

Номер асбестовой ровницы определяется количеством мотков, по 100 м в одном килограмме. Лучшая ровница изготавливается из длинно-волокнистого асбеста марки «Крюд АА»; следующим по качеству сортом является ровница, изготовленная из асбеста первого сорта.

Ровница представляет собой рыхлую ленточку из скрученных с большим шагом крутки асбестовых волокон, к которым для увеличения прочности ровницы добавляется до 12—15% хлопчатобумажного волокна. На кабельные зароды ровница обычно поступает дополнительно строченная в три нити. Технические требования, предъявляемые к асбестовой

Пробивные напряжения некоторых изоляционных материалов

Наименование материала	Пробивное напряжение в вольтах при толщине изоляции, равной 1 мм
Асб ст (обмотка)	2 000
Хлопчатобумажная пряжа	3 000
Шелк	4 000
Пропитанная кабельная бумага	20 000
Эмалевая изоляция	23 000
Пропитанная стеклянная пряжа	8 000
Лакоткань	15 000—20 000
Микалента	35 000—40 000

ровнице: содержание окислов железа не более 4%, отклонение среднего номера от номинального не более 8—10%, потеря веса при прокаливании не более 25—26%, содержание гигроскопической воды не более 3%. Эти технические условия асбестовыми заводами часто не выполняются: содержание окислов железа достигает 6—7%, имеет место повышенное количество гигроскопической влаги и наличие значительного количества комков нерасчесанного волокна, которые при уплотнении (обжиме) изоляции приводят к ее повреждению.

Особое внимание необходимо обращать на упаковку асбестовой ровницы ввиду того, что она легко повреждается даже при небольших механических воздействиях. Для исключения брака необходимо, чтобы асбестовая ровница поставлялась в кружках примерно одинакового диаметра, уложенных в ящики плотными правильными рядами с бумажными прокладками между ними. Ящики должны быть вполне прочными и обложенными внутри плотной оберточной бумагой. Вес ящика с ровницей не должен превышать 30 кг.

Как правило, кружки с ровницей должны иметь один конец. Десять процентов кружков могут иметь не более двух обрывов, которые должны отмечаться цветными бумажными прокладками.

Асбестовая однониточная пряжа в кабельном деле применяется № 35/1 и крученая № 60/2 и 100/2. Номер асбестовой пряжи определяется так же, как и асбестовой ровницы.

Асбестовая пряжа поступает на кабельные заводы на так называемых крейцшпудлах. Необходимо, чтобы намотка была произведена ровными рядами, без петель, узлов и оборванных концов. Сложенные крейцшпудлы упаковываются в прочные, оббитые железной лентой деревянные ящики, дно и стенки которых изнутри обкладываются плотной бумагой.

Нужно особо отметить, что стоимость асбестовой пряжи и ровницы значительно превышает стоимость хлопчатобумажной.

Хотя асбест в большом количестве добывается в СССР (на Урале), все же асбестовое волокно до настоящего времени является дефицитным материалом и получение его для нужд кабельного производства обычно связано с большими трудностями. В особенности это относится к длиноволокнистому асбесту, из которого изготавливается пряжа для кабельного производства.

Указанное обстоятельство заставляет принимать все меры к уменьшению отходов и отбросов этого материала. Основными же мероприятиями, способствующими снижению отходов и отбросов, являются такие, которые обеспечивают правильную и бесперебойную работу машины, накладывающих асбестовую изоляцию на провода.

В отдельных случаях асбестовую изоляцию можно заменять стеклянным шелком, который в ближайшее время найдет у нас самое широкое применение.

Возможности использования отходов и отбросов асбестового волокна очень велики. В частности их можно употреблять для изготовления асбестовой бумаги, картона и т. д. Поэтому сбору и хранению асбестовых отходов необходимо уделять максимальное внимание.

8. СТЕКЛЯННОЕ ВОЛОКНО

Некоторые недостатки асбеста — относительная жесткость и грубость волокон, вызывающая увеличение габаритных размеров изоляции, довольно большая гигроскопичность, сравнительно невысокие электроизоляционные свойства, затруднения технологического характера при изолировании проводов асбестом и, наконец, ограниченность природных ресурсов асбеста, дефицитность и дороговизна высоких сортов его (т. е. с большой длиной волокна) — привели к ряду попыток изыскания неорганических теплоустойчивых электроизоляционных материалов искусственного происхождения.

После того как американские, а вслед за ними и европейские фирмы разработали дешевый способ получения длинного стеклянного волокна, которое можно обрабатывать обычными текстильными методами, стеклянная изоляция стала быстро и успешно внедряться в изоляционную технику.

В основном получение стеклянной пряжи сводится к следующему. Стекло в виде шариков расплавляется в тугоплавком горшке (тигле), вытекает из него через тончайшие отверстия в платиновой пластинке и наматывается на барабан, вращающийся с большой скоростью, при этом стеклянные нити дополнительно растягиваются. Такие элементарные волокна, имеющие толщину в 0,005—0,007 мм, прядутся в 50—200 волокон, скручиваются с числом круток 40—130 на 1 м и поступают на патронах на кабельные заводы, где далее тростятся так же, как хлопчатобумажная пряжа и шелк. При стеклянном волокне толщина изоляции получается примерно такой же, как при хлопчатобумажной пряже. По сравнению с асбестовой пряжей стеклянное волокно обладает значительно большей теплоустойчивостью и может работать долгое время при температуре 200—300°.

Для целей электрической изоляции наиболее пригодно волокно из стекла с малым содержанием щелочей (окиси натрия и других щелочных металлов), так называемое бесщелочное стекло.

Это стекло обладает хорошими электрическими свойствами и повышенной поверхностной гигроскопичностью. Стеклянные нити обладают значительной механической прочностью, которая тем больше, чем тоньше отдельные элементарные волокна. Так, прочность стеклянного элементарного волокна при толщине 15 микрон (0,015 мм) составляет примерно 60 кг/мм², а при толщине 10 микрон—100 кг/мм². При дальнейшем уменьшении диаметра волокна эта прочность очень быстро возрастает.

Существенным недостатком стеклянного волокна, как текстильного сырья, является сравнительно малое удлинение его при разрыве (около

2%, для хлопчатобумажного волокна — около 8%). Более тонкое стеклянное волокно выгоднее, так как при уменьшении диаметра волокна удлинение и гибкость его увеличиваются.

Стеклянные волокна имеют весьма гладкую поверхность, в них отсутствуют обычные для органических (растительных или животных) волокон трещины, щели и т. п. Гладкость поверхности создает значительную скользкость волокон и обуславливает меньшую их гигроскопичность по сравнению с другими волокнистыми материалами.

Механическая прочность изделий из тонкого стеклянного волокна значительно выше прочности изделий из других текстильных волокон. Это различие, резко проявляющееся уже при нормальной температуре, становится особо существенным при повышенных температурах, когда проявляется одно из основных преимуществ стеклянного волокна — его высокая теплостойкость.

Для сравнения ниже приводятся величины разрывных усилий в килограммах при различных температурах нагрева лент одинакового поперечного сечения (ширина 25 мм и толщина 0,25 мм), изготовленных из различных волокнистых материалов:

Температура, град.	20	150	260	370	490	590	700
Асбестовое волокно	10	10	8	3	Разрушается		
Хлопчатобумажное волокно	40	37	Разрушается (горит)				
Стеклянное волокно	220	225	220	170	80	16	Плавится*

Толщина стеклянной волокнистой изоляции проводов может быть значительно меньше толщины асбестовой изоляции и равной толщине изоляции хлопчатобумажной пряжи, что имеет исключительное важное значение для электромашиностроения.

Для предупреждения слипания стеклянных волокон в процессе изготовления их пропускают через ванну, заполненную замазкой. В качестве замазочного материала на наших заводах применяют парафин с добавлением 10—11% олеиновой кислоты, некоторого количества триэтаноламина и т. д.

Очень важно, чтобы толщина слоя замазочного материала была минимальной. Согласно временным техническим условиям на стеклянное волокно (ВТУ № 1182) содержание замазочного материала должно быть в пределах 14—22%/о веса пряжи. Не менее важно, чтобы замазочный материал позволял производить нормальную размотку нити как в состоянии поставки, так и после хранения пряжи при температуре 30—35° в течение не менее трех месяцев.

Нужно отметить, что стеклянное волокно, изготовленное американскими заводами, имеет замазочного материала не более 2—5% от веса пряжи, а испытание отдельных партий показывает еще меньшее количество. Такое уменьшение количества замазочного материала значительно облегчает процесс наложения изоляции и улучшает качество обмоточной меды.

Те же технические условия предусматривают выпуск стеклянной пряжи, состоящей из 92—102 элементарных стеклянных волокон диаметром 5—7 микрон. Эта пряжа примерно соответствует хлопчатобумажной пряже № 134. Если же удалить замазочный материал (обезжирить пряжу), то средний номер ее будет № 167. Отклонение по номеру для обезжиренной пряжи допускается в пределах ± 15 .

Как и для асбестовой ровницы, для стеклянного волокна исключительно важно качество и тщательность упаковки; каждый початок со стеклянным волокном должен оборачиваться листом чистой бумаги разме-

ром 250 × 300 мм. Початки должны укладываться правильными рядами, разделяемыми листами плотной бумаги. Остающиеся в ящике пустоты должны заполняться бумагой или мягкой стружкой во избежание смещения початков во время транспорта, что может вызвать повреждение стеклянного волокна.

Иногда кабельные заводы получают стеклянное волокно так называемого двойного сложения. Это волокно состоит из двух вышеописанных нитей, скрученных между собой небольшим числом кручений на метр. Обычно это кручение ведется таким образом, чтобы дать некоторую раскрутку отдельным слагаемым нитям. Номер этого волокна в два раза ниже, чем отдельных нитей, из которых оно скручивается. Поэтому при тростке в ленточку число нитей стеклянного волокна двойного сложения соответственно уменьшается. Такое волокно часто поставляется на бобины. Бобины должны иметь крестовую намотку, подробно о которой говорится ниже. Упаковка должна производиться так же тщательно, как и початков со стеклянным волокном. Учитывая значительно больший вес бобины, особое внимание нужно обращать на то, чтобы при транспорте бобины не перемещались и не подвергались ударам и другим механическим повреждениям, которые исключительно вредно отражаются на качестве стеклянного волокна. Упаковка початков и бобины должна производиться в чистые, сухие и прочные ящики.

В настоящее время в США с большим успехом в производстве обмоточных проводов применяется волокно из синтетического материала найлона. По своему химическому составу этот материал приближается к натуральному шелку. Волокно из найлона значительно прочнее хлопчатобумажной пряжи и натурального шелка, что дает возможность в процессе обмотки работать с повышенными скоростями. Кроме того найлон весьма устойчив против воздействия щелочей, неконцентрированных кислот и против таких растворителей, как бензин, бензол, спирт и т. п. Наконец, найлон может работать в широком интервале температур.

Указанное, а также возможность получать найлон в виде очень тонких нитей, легко поддающихся дальнейшей текстильной обработке, дают все основания предполагать, что в скором времени найлон найдет должное применение в производстве обмоточных проводов и у нас.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к голой медной проволоке?
2. Почему важно обращать внимание на радиус закругления у прямоугольной обмоточной меди?
3. Как определяется номер хлопчатобумажной пряжи?
4. Какие основные требования предъявляются к хлопчатобумажной пряже?
5. Какие основные требования предъявляются к асбестовой пряже?
6. Каковы основные свойства стеклянного волокна?

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ ОБОМОТОЧНЫХ ЦЕХОВ

9. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОБОМОТОЧНОЙ МЕДИ И ПРОВОДОВ С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Изолированная обмоточная медь в зависимости от типа изоляции разделяется на следующие марки, предусмотренные ГОСТ 434-41:

ПЭШО — эмалированная медная проволока с одним слоем шелка;

ПЭЛШО — эмалированная медная проволока с одним слоем шелковой обмотки (для этой марки применяется эмалированная проволока повышенной бензиностойкости).

ПВО — голая медная проволока с одним слоем хлопчатобумажной пряжи;

ПВД — голая медная проволока с двумя слоями хлопчатобумажной пряжи;

ПВТ — голая медная проволока с тремя слоями хлопчатобумажной пряжи;

ПЭВО — эмалированная медная проволока с одним слоем хлопчатобумажной пряжи;

ПЭЛВО — эмалированная медная проволока повышенной бензиностойкости, обмотанная одним слоем хлопчатобумажной пряжи (см. марку ПЭЛШО);

ПЭЛВД — такая же эмалированная медная проволока с двумя слоями хлопчатобумажной пряжи;

ПВОО — голая медная проволока с изоляцией из одного слоя хлопчатобумажной обмотки и хлопчатобумажной оплеткой;

ПВБО — голая медная проволока с несколькими слоями лент из кабельной бумаги и несплошной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи;

ПВ — голая медная проволока, обмотанная несколькими слоями лент из кабельной бумаги.

Кроме того по требованию заказчика допускается изготовление проводов следующих марок:

ПШО — провод, изолированный одним слоем шелковой обмотки;

ПШВД — провод, изолированный двумя слоями шелковой обмотки;

ПЭШВД — провод, изолированный эмалью и двумя слоями шелковой обмотки.

Согласно ГОСТ 434-41 обмоточные провода марок ПЭЛВД и ПВТ могут поставляться только заводам автотракторного электрооборудования. Причины ограничения применения последних пяти марок указаны ниже.

Обмоточная медь с хлопчатобумажной пряжей изготавливается уже давно и поэтому особенности ее достаточно хорошо известны. Хлопчатобумажная изоляция возникла ранее других видов изоляции и благодаря своим хорошим механическим качествам и сравнительной дешевизне (по сравнению с шелковой изоляцией) до последнего времени остается основным видом изоляции обмоточной (динамомашинной) проволоки. Для обмоток низкого напряжения обычно употребляют провода марки ПВО. При повышенных механических требованиях и повышенных напряжениях пользуются проводами марки ПВД. Применение проводов марки ПВТ в большинстве случаев нецелесообразно, ибо электрические и механические свойства тройной обмотки лишь незначительно отличаются от таковых

марки ПВД. Поэтому в настоящее время провода марки ПБТ применяются только там, где это вызывается особыми технологическими условиями.

Обмоточная медь с шелковой изоляцией (марок ПШО и ППД) употребляется главным образом там, где особое значение имеет малая толщина изоляции и требуется высокий коэффициент заполнения катушек. Коэффициентом заполнения катушки называется отношение полезного сечения меди (за вычетом сечения изоляции и промежутков) к полному сечению обмотки этой катушки.

Обмоточная медь марки ПШО, как и марки ПБО, обладает ненадежной изоляцией, так как однослойная шелковая обмотка довольно непрочна держится на проводе и дает просветы при сравнительно небольших нагibaх. Значительное количество просветов у обмоточной меди этой марки наблюдается уже в самом процессе ее производства, что увеличивает брак ее по сравнению с проводами других марок.

Шелк, как и пряжа, гигроскопичен, поэтому готовые обмотки и катушки обмоточной меди с шелковой изоляцией пропитывают особыми лаками, предохраняющими изоляцию от влияния влаги.

Главным недостатком шелковой изоляции является ее исключительная дороговизна; поэтому, как было указано выше, в настоящее время ее все более и более заменяют либо просто эмалевой изоляцией, либо эмалевой изоляцией с одной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи. Применение проводов марки ППД в большинстве случаев нецелесообразно, поэтому их всюду нужно заменять обмоточной медью марок ПЭШО и ПЭЛБО.

Комбинированная изоляция из эмали и хлопчатобумажной пряжи или шелка употребляется в тех случаях, когда требуется получить высокую электрическую прочность (пробивное напряжение эмалевой изоляции высоко) при минимальной толщине изоляции. Дополнительный же слой из хлопчатобумажной пряжи служит главным образом в качестве подушки, предохраняющей эмалевую изоляцию от каких-либо механических повреждений. Так как для этой цели вполне достаточен один слой обмотки, то в ряде случаев целесообразно применять изоляцию с двухслойной обмоткой (марки ПЭБД и ПЭШД).

Для обмоток высоковольтных трансформаторов применяется главным образом изоляция из одной кабельной бумаги или в соединении с хлопчатобумажной пряжей, так как пропитанная кабельная бумага обладает очень высокой электрической прочностью.

Иногда при наложении бумажной изоляции производится подклейка этой бумаги. В частности в США последнее время стали применять такую проволоку с бумажной обмоткой в один или два слоя. Подобная изоляция в ряде случаев может заменить марки ПБО и ПВД; к тому же она гораздо дешевле, а электрическая прочность ее значительно выше.

Кроме этого в обмоточных цехах кабельных заводов в большом количестве производится обмотка и оплетка гибких прямоугольных проводов, жилы которых для гибкости составлены из большого количества отоженных тонких проволок; после скрутки эти провода обычно вальцуются в прямоугольное сечение и отжигаются вторично, ибо после вальцовки они нагартовываются, т. е. делаются жесткими.

Такие провода разделяются на следующие марки:

ЛВОО — гибкий провод, изолированный одной обмоткой и одной оплеткой;

ЛВДО — гибкий провод, изолированный двумя обмотками и одной оплеткой из хлопчатобумажной пряжи.

Монтажные провода с волокнистой изоляцией. Эти провода служат для монтажа схем приборов и аппаратов слабого тока. По Ведомственным техническим условиям (ВТУ № 119) монтажные провода подразделяются на следующие восемь марок:

МГБД — провод монтажный одножильный гибкий, изолированный двухслойной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи;

МГБДО — то же, но изолированный двухслойной обмоткой и одной оплеткой из хлопчатобумажной пряжи;

МГШД — то же, но изолированный двухслойной обмоткой из натурального шелка;

МГАД — то же, но изолированный двухслойной обмоткой из ацетатного шелка;

МГДШО — то же, но изолированный двухслойной обмоткой и одной оплеткой из натурального шелка;

МГАДО — то же, но изолированный двухслойной обмоткой из ацетатного шелка и оплеткой из натурального шелка;

МШДБ — провод монтажный, изолированный двухслойной обмоткой из натурального шелка и одной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи, пропитанный;

МАДБ — провод монтажный, изолированный двухслойной обмоткой из ацетатного шелка и одной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи, пропитанный.

Одножильные провода первых шести марок изготавливают сечением 0,05—0,50 мм², причем жилы этих проводов скручивают из медных проволок диаметром 0,10—0,20 мм.

Провода марок МШДБ и МАДБ обычно изготавливают многожильными (до шести жил), причем диаметр проволоки каждой жилы обычно колеблется в пределах 0,4—0,8 мм.

Провода схемные лакированные. К этой группе относятся одножильные провода с медными голыми или эмалированными жилами и с лакированной хлопчатобумажной изоляцией. Эти провода предназначаются для монтажа схем в радиоаппаратах, а также для различных измерительных схем. В табл. 5 приводится классификация этих проводов, принятая Ведомственными техническими условиями (ВТУ Э-239-41), а также примерная область их применения.

Таблица 5

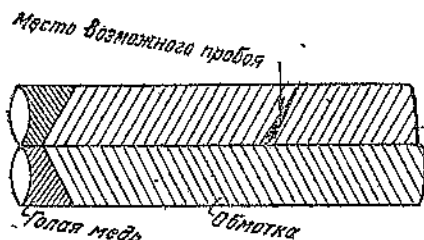
Марка провода	Т и п	Примерная область применения
ПБДЛ	Провод с медной токопроводящей жилой с двухслойной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	Для неподвижных прокладок в сухих закрытых помещениях в радиоаппаратуре для напряжения не выше 110 в
ПБДОЛ	Провод с медной токопроводящей жилой с двухслойной обмоткой и одной оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	То же, что и для марки ПБДЛ, но при наличии крутых изгибов

Марка провода	Т и п	Примерная область применения
ПЭБДЛ	Провод с медной эмалированной токопроводящей жилой с двухслойной обмоткой из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	То же, но для напряжения не выше 220 в, а также для неподвижных прокладок в качестве временных проводников в измерительных схемах сильного тока напряжением не выше 220 в
ПЭБДОЛ	Провод с медной эмалированной токопроводящей жилой с двухслойной обмоткой и одной оплеткой из хлопчатобумажной пряжи, покрытой лаком	То же, что и у марки ПЭБДЛ, но при наличии крутых изгибов

Высокочастотные провода (литцендраты). Эти провода отличаются от обычной обмоточной меди только тем, что вместо сплошного токопроводящего провода жила составляется у них из нескольких сложенных параллельно или скрученных эмалированных проводов. Обычно эти проводки обматываются одним или двумя слоями натурального шелка (марки ЛЭШО и ЛЭШД). В настоящее время начинают внедряться в производство литцендраты с хлопчатобумажной обмоткой (ЛЭВО и ЛЭВД).

10. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОЧНОЙ МЕДИ И ПРОВОДОВ С ВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ.

Общие требования к машинной изоляции. На фиг. 2 изображены два соприкасающихся проводника из обмоточной меди, причем в изоляции одного из них имеется просвет. В этом случае незаполненное пряжей место заполнено воздухом.



Фиг. 2. Обмоточная медь с просветом в изоляции.

Так как электрическая прочность воздуха значительно меньше электрической прочности пропитанной пряжи, кабельной бумаги и прочих изоляционных материалов, то естественно, что пробой произойдет при значительно меньшем напряжении, нежели в случае исправной изоляции.

Дело обстоит еще хуже, когда проводник с плохо нанесенной изоляцией соприкасается с корпусом машины, с какой-либо металлической конструкцией или с другим оголенным проводником. В этом случае пробой может произойти при самом небольшом электрическом напряжении.

Вот почему при изоляции проводниковой меди самое серьезное внимание обращается на тщательную безукоризненную обмотку.

В производстве электромашиностроительных заводов проводниковая медь обычно применяется в виде обмоток; эту медь либо изгибают под определенным углом, либо наматывают в виде колец требуемого радиуса. Чрезвычайно важно, чтобы обмотка изоляции не только была произведена сплошным слоем, но чтобы она также достаточно плотно и надежно облегла медную проволоку, во всяком случае настолько, чтобы при изгибах в определенных пределах (устанавливаемых обычно техническими условиями) не получалось никаких просветов и оголений.

На основании изложенного можно сделать вывод, что к изоляции применяемой в электромашиностроении проводниковой меди необходимо предъявить ряд следующих требований, которые могли бы обеспечить ее надежную работу:

1. Изоляция должна иметь высокое электрическое пробивное напряжение. Другими словами, пробой изоляции должен происходить, как правило, при значительно больших напряжениях, чем то, напряженне, при котором она обычно работает.

2. Изоляция должна обладать возможно большим сопротивлением, так как если это сопротивление слишком мало, то через изоляцию будут протекать значительные токи, что вызовет большие потери и снизит коэффициент полезного действия машины.

3. Изоляция должна обладать достаточной гибкостью и эластичностью, т. е. сохранять все свои свойства при различных изгибах и намотке на определенный диаметр.

4. Изоляция должна иметь минимальную толщину; чем тоньше изоляция, тем меньше размеры машины, а следовательно, тем ниже ее стоимость и тем больше ее мощность при одних и тех же габаритах.

5. Очень важно, чтобы электрические свойства изоляции не изменялись в зависимости от атмосферных влияний, в частности от влажности окружающего воздуха. Нужно сказать, что все виды применяемой в настоящее время для обмоточной меди изоляции гигроскопичны. Так, влагу в значительной мере впитывает в себя бумага, пряжа и т. п. Поэтому на практике все обмотки, изолированные этими материалами, либо покрывают особым защитным лаком, назначение которого предохранять обмотки от доступа к ним влаги, либо целиком погружают в масло (например у трансформаторов и т. д.).

Что касается обмоточной меди, предназначенной для электрических машин и приборов низкого напряжения, то электрическая прочность хлопчатобумажной и шелковой изоляции такой меди настолько высока, что она вполне гарантирует бесперебойную работу обмотки.

Точно так же сопротивление изоляции в этом случае вполне достаточно, и утечка тока через изоляцию настолько незначительна, что не оказывает заметного влияния на работу машин.

Выбор изоляции для высоких температур. Различные виды изоляции имеют свои пределы рабочих температур, при которых они могут вполне надежно работать. В табл. 6 приведены максимально допускаемые температуры, при которых могут работать изоляционные материалы, применяемые в производстве обмоточной меди.

Для непропитанной хлопчатобумажной, шелковой и бумажной изоляций предельно допускаемая температура еще ниже и по существующим нормам не должна превышать 90°.

В тех случаях, когда речь идет о более высоких температурах, некоторые возможности дает применение термостойкой эмальпроводами, производство которой начинает налаживаться на наших кабельных

Максимально допускаемая температура для некоторых изоляционных материалов

Наименование материала	Предельная рабочая температура в град.
Асбест	130—150
Пропитанная хлопчатобумажная пряжа	105
Пропитанный шелк	105
Пропитанная бумага	105
Эмаль	100—125
Пропитанное стеклянное волокно	150—200
Микалента	150—250

заводах. При более высоких температурах (до 150°) находит применение дельта-асбестовая изоляция в комбинации с подклеивающим и пропитывающим лаками. Наконец, при дальнейшем повышении рабочих температур (до 170—200°) широкое применение в ближайшее время найдет волокнистая стеклянная изоляция.

Кроме описанных видов изоляции существуют еще так называемые стекловидные эмали, которые могут также выдерживать высокие температуры. Применение такой изоляции может дать очень большой производственный эффект. Некоторый недостаток этого вида эмалей заключается в их более низких по сравнению с обычной эмалью проволочной механических качествах (большая хрупкость и т. д.).

В практике наших кабельных заводов эти стекловидные эмали пока не нашли применения. Однако этот вид изоляции бесспорно представляет интерес, так как, позволяя значительно повысить перегрев проводника, он тем самым допускает значительно большую плотность тока. Это означает, что если для какого-либо сечения меди, изолированной обычной хлопчатобумажной пряжей, допускается нагрузка в 5 а, то при изоляции из стекловидных эмалей можно повысить нагрузку до 8—10 а, а возможно и более. Таким образом тот или иной электродвигатель сможет работать с нагрузкой в полтора-два раза больше обычной. В условиях стахановского движения и всемерной экономии цветных металлов этот вопрос приобретает особенно важное значение.

Наконец, к числу теплостойкой изоляции можно отнести оксидную изоляцию на алюминиевой проволоке. Такая изоляция получается электрохимическим способом, с помощью которого на алюминиевой проволоке образуется слой окиси алюминия толщиной в несколько сотых долей миллиметра.

Этот слой имеет очень высокую теплостойкость; такую проволоку можно нагревать почти до температуры плавления алюминия, т. е. до 657—660°, при этом сам алюминий начнет плавиться и вытекать, а тонкая корка из оксидной изоляции даже не расплавится.

Однако наряду с этим достоинством оксидная изоляция на алюминиевой проволоке обладает и рядом отрицательных свойств; так, она имеет очень низкое пробивное напряжение, порядка 30 в на один слой оксидной пленки в 0,03—0,04 мм; далее, имея губчатое строение (т. е. множество мельчайших пор), оксидная изоляция является весьма гигро-

скользкой, поэтому в условиях повышенной влажности ее электрическая пробивная прочность и сопротивление изоляции понижаются.

Наконец, механические качества оксидной изоляции весьма низки; она очень хрупка и даже при сравнительно небольших изгибах дает трещины, легко видимые простым глазом (например при изгибании на 10—20-кратный диаметр). Поэтому в чистом виде такая изоляция применяется редко.

Сделанные у нас попытки внедрить оксидную изоляцию окончились пока безуспешно.

Выбор изоляции для высоких напряжений. Для обмоточной меди электрических машин высокого напряжения решающую роль играет качество и род изоляции.

На основании приведенных выше сравнительных данных можно в качестве высоковольтной изоляции рекомендовать прежде всего изоляцию из пропитанной кабельной бумаги, при этом чем выше напряжение той или иной машины, тем толще должна быть применяемая бумажная изоляция. Вот почему в стандартах на обмоточную медь с изоляцией из кабельной бумаги предусматривается толщина изоляции в пределах от 0,15 до 2,9 мм.

Помимо толщины в данном случае очень большое значение имеет и качество наложения изоляции. В частности, нужно стремиться к тому, чтобы при обмотке кабельной бумагой не совпадали зазоры между краями бумаги отдельных слоев, так как это привело бы к большим воздушным промежуткам, а, как мы уже говорили, такие воздушные зазоры значительно слабее в электрическом отношении, чем пропитанная кабельная бумага.

Наконец, значительное повышение электрической прочности достигается применением эмалевой изоляции. Поэтому ее также можно рекомендовать в качестве изоляции меди для повышенных напряжений. Здесь следует лишь оговориться, что в настоящее время у нас диаметр эмалюемых проводов не превышает 1,5—1,8 мм, вследствие чего такую изоляцию нельзя применить для целей крупного электромашиностроения и трансформаторостроения. Поэтому теперь ставится задача эмалировки круглых и фасонных проводов крупных размеров.

Большой интерес представляет также предложение заменить в меди марки ПБД нижний слой из хлопчатобумажной пряжи обмоткой из телефонной или кабельной бумаги с подкладкой к проводу. Толщина изоляции в этом случае не увеличится, а электрическая прочность, наоборот, повысится, ибо кабельная бумага как изоляция значительно лучше хлопчатобумажной пряжи, особенно в пропитанном виде.

Обмоточная медь с хлопчатобумажной и шелковой изоляцией. Обмоточная медь должна иметь строго определенные размеры сечения медной жилы и толщины изоляции. Эти размеры не должны выходить за пределы установленных допусков.

При измерении толщины изоляции прямоугольной меди часто наблюдается так называемое «выпучивание», при котором толщина изоляции $A-a$, измеренная по толщине ленты (фиг. 3), обычно бывает больше номинальной величины, при этом чем больше сторона B , тем больше такое выпучивание.

У проводов квадратных сечений выпучивание незначительно. Увеличение толщины изоляции от выпучивания очень трудно поддается учету и нормированию, вследствие чего в существующем стандарте допускаемые величины выпучивания не оговорены.

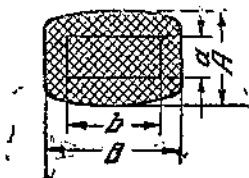
Обмотка из пряжи должна покрывать медную проволоку так, чтобы при внешнем осмотре не было заметно ребристости, перекруток, шишек и пятен.

Под ребристостью следует понимать неравномерную намотку верхнего слоя, которая получается от просветов или от отставания ниток в нижнем слое обмотки.

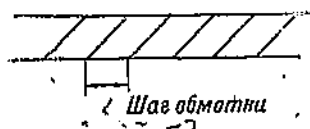
Перекрутка наблюдается тогда, когда медную проволоку обматывают перекрученными ленточками, что в свою очередь является результатом недоброкачественной тростки.

Шишками принято называть местные утолщения обмотки на протяжении до 10—15 мм; допускаемые утолщения не должны выходить за пределы двойных допусков на толщину изоляции.

Наконiec, пятна на поверхности изоляции обычно получаются в результате наличия на медной проволоке окисленных мест. Это обстоятельство заставляет обращать особое внимание на качество и состояние поверхности медной проволоки до того, как она поступает в обмотку, в противном случае, как бы ни были хороши обмоточные машины, никогда не удастся получить гладкую и чистую поверхность обмотки.



Фиг. 3. Прямоугольная обмоточная медь.



Фиг. 4. Обмотка встык.

По существующему ГОСТ 434-41 на каждую бухту или катушку допускается не более пяти каждого вида нижеследующих отклонений:

а) для проводов с двумя и с тремя обмотками — пропуск одной или нескольких ниток в обмотке на протяжении не свыше 500 мм в каждом пропуске, причем в этом случае при испытании провода изгибанием не должно обнаружиться оголенных мест;

б) для проводов с одной обмоткой — местные мелкие просветы, обусловливаемые пропуском одной или нескольких ниток или колебаниями шага обмотки или номера пряжи, на протяжении не свыше 500 мм;

в) для проводов с двумя и с тремя обмотками — протаскивание, длиной каждое не более 20 мм, причем под протаскиванием понимается местное увеличение шага обмотки;

г) выбегание одной или нескольких ниток верхнего слоя обмотки, если наружные размеры провода не выходят за пределы максимальных толщин изоляции.

Существенное значение имеет величина шага обмотки (пряжей или шелком). Под шагом понимают обычно ту длину провода, которая обматывается пряжей за один оборот розетки (фиг. 4).

Для кабельных заводов, выпускающих обмоточную медь, наиболее выгодным является максимальный шаг обмотки, так как в этом случае при одном и том же числе оборотов розетки скорость обмотки получается наибольшей. Однако увеличение шага обмотки свыше определенного предела дает недоброкачественную обмотку, которая может сползать или образовывать просветы при крутых изгибах проводов. Поэтому в ГОСТ

434-41 введена наибольшая допускаемая величина шага обмотки; так, для голой медной проволоки диаметром до 0,4 мм эта величина не должна превышать 2,0 мм, для голой медной проволоки диаметром 0,41—2,0 мм шаг должен быть не более 3,5 мм и, наконец, для круглой проволоки диаметром более 2,0 мм шаг обмотки должен быть не выше 7,5 мм.

Шаг обмотки проводов прямоугольного сечения не должен превышать шага обмотки круглых проводов равновеликого сечения.

В табл. 7 приводятся примерные величины шагов обмотки, принятые в настоящее время на некоторых наших кабельных заводах.

Таблица 7

Диаметр медной проволоки, мм	Шаг, мм
0,05—0,09	0,5—0,6
0,10—0,25	0,5—0,9
0,27—0,47	1,2—1,5
0,49—1,00	1,5—2,0
1,00—3,50	1,75—3,0
более 3,50	2,5—6,0
и фасонная медь	

Для качества обмотки некоторое значение имеет направление обмотки. Это объясняется тем, что нити пряжи скручиваются в определенную сторону, и если обмотку вести в ту же сторону, то пряжа будет дополнительно закручиваться. Наоборот, если обмотку вести в противоположную сторону, то произойдет некоторое раскручивание пряжи. По американским требованиям вся пряжа должна быть скручена вправо. При однослойной изоляции обмотка должна вестись в сторону, противоположную скрутке пряжи, что несколько повышает равномерность обмотки. При двухслойной изоляции нижняя обмотка накладывается в ту же сторону, в которую произведена скрутка пряжи. Верхний слой накладывается, как и в однослойной обмотке, в противоположную сторону. Нетрудно заключить, что направление обмотки несколько влияет на толщину изоляции.

При обмотке проволоки до определенных пределов выгодно работать с пониженными номерами пряжи, так как толстая пряжа значительно дешевле. В известных пределах надо добиваться этой экономии, но не следует забывать, что при работе с более толстой пряжей требуется особая точность, ибо в этом случае легко выйти за пределы допусков. Нужно подбирать такой номер пряжи, чтобы толщина сплюсненной нити равнялась требуемой толщине изоляции. Количество нитей в ленточке должно быть таково, чтобы все нитки ложились плотно, без перекрытия.

Одним из основных требований, предъявляемых к обмоточной меди, является условие выдерживать испытание на изгиб провода вокруг стержня; для марок ПБД, ПБТ и ПЭЛВД диаметр этого стержня должен быть равен пятикратному диаметру изолированного провода, но не менее 3 мм. Испытание обычно производится путем наворачивания провода, причем изоляция не должна давать оголенных мест, а также заметных глазю просветов и разрывов отдельных ниток.

Для круглой обмоточной меди с однослойной обмоткой (марки ПЭШО, ПЭЛШО, ПБО, ПЭВО, ПЭЛВО) диаметр стержня для указанного испытания должен быть равен десятикратному диаметру изолированного провода, но не менее 6 мм.

Для прямоугольной обмоточной меди марки ПВД испытание изгибанием на 180° производится на круглом стержне, диаметр которого равен пятикратному размеру меньшей стороны прямоугольной проволоки, но не менее 3 мм. Для прямоугольной меди марки ПВО диаметр испытательного стержня увеличивается до десятикратного размера меньшей стороны провода, но во всяком случае он должен быть не менее 6 мм.

Часть обмоточной меди в дальнейшем производстве разрезается на короткие концы (например для присоединения секций обмотки машины к коллекторным пластинам). Для такой обмоточной меди исключительно важно отсутствие на концах распушки обмотки. Поэтому такую медь нужно обматывать с небольшим шагом обмотки, при котором распушка обмотки не превышает допустимых пределов. В ряде случаев можно рекомендовать применение обмоточной меди с подклейкой пряжи к проводу.

Обмоточная медь с бумажной изоляцией. При обмотке меди кабельной или телефонной бумагой бумажные ленты можно накладывать тремя способами.



Фиг. 5. Обмотка с положительным перекрытием.



Фиг. 6. Обмотка с отрицательным перекрытием.

1. Обмотка встык, когда края отдельных витков накладываются вплотную друг к другу (фиг. 4). Недостаток такой обмотки заключается в том, что при изгибах проводов бумажные ленты в нижней части выпучиваются, а в верхней части расходятся.

2. Обмотка с положительным перекрытием, когда последующие витки ленты несколько набегают на предыдущие (фиг. 5). Главный недостаток этого вида обмотки — меньшая эластичность и меньшая механическая прочность, так как при изгибах очень часто наблюдаются разрывы бумажных лент.

3. Наиболее распространенным способом при изолировании силовых электрических кабелей и отчасти обмоточной меди является отрицательное перекрытие, когда между витками имеется некоторое расстояние (зазор) (фиг. 6).

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к обмоточной меди с изоляцией из кабельной бумаги (т. е. к обмоточной меди марок ПБ и ПВБО).

Наиболее целесообразно накладывать бумажную изоляцию так, чтобы витки лент имели приблизительно стыковые соединения, а в случае отрицательного перекрытия величина зазора не превышала 0,85—1 мм.

При наложении бумажной изоляции в производстве силовых кабелей, а также при производстве обмоточной меди с усиленной изоляцией рекомендуется применение отрицательного перекрытия. Однако обмоточную

медь марок ПБ и ПББО с толщиной изоляции в 0,15 мм (из трех слоев телефонной бумаги) целесообразно изготовлять с положительным перекрытием.

Точно так же крайне желательно положительное перекрытие и для верхнего повива, так как в этом случае меньше возможностей повреждения бумажной изоляции при протаскивании или намотке провода в секцию.

В табл. 8 приведены примерные величины шага обмотки и ширины бумажных лент для медных проволок различного диаметра, принятые на некоторых наших кабельных заводах.

Таблица 8

Диаметр медной проволоки, мм	Ширина бумажных лент, мм	Шаг обмотки, мм
до 1,8	5	7—8
1,71—1,95	6	10
1,96—2,26	7	12,0
2,44—2,83	8	15,0
3,05 и выше, а также фасонная медь	10—18	до 20—22

Отметим также, что при обмотке прямоугольной меди ширина ленты ориентировочно не должна превышать 85% периметра голой проволоки.

При наложении усиленной изоляции значительной толщины (толще 0,15 мм для марки ПБ и 0,225 мм для марки ПББО) допускается не более двух совпадений на 1 мм толщины изоляции. В проводах марки ПББО наружный слой из хлопчатобумажной пряжи служит главным образом для механического скрепления изоляции, поэтому в целях экономии пряжи он делается не сплошным, а с просветом.

Чтобы придать изоляции максимальную гибкость и прочность, необходимо все бумажные ленты навивать в одну сторону, а обмотку из пряжи накладывать в обратном направлении.

Медь с изоляцией из кабельной бумаги подвергают испытанию на изгиб на 180° вокруг стержня, причем в этом случае требуется, чтобы не было трещин бумаги и оголенных мест.

Круглая медь всех размеров с бумажной изоляцией по ГОСТ 434-41 испытывается на стержне диаметром в 100 мм, прямоугольная же медь с изоляцией из кабельной бумаги подвергается испытанию изгибанием плашмя на стержне диаметром в 160 мм (для всех сечений).

Изгибание на ребро прямоугольной меди с соотношением сторон менее двух (т. е. такой меди, у которой размеры широкой стороны не более чем вдвое превышают размеры меньшей стороны, например, 2,1 × 3,05 мм) производится вокруг стержня диаметром в 80 мм. Если же величина широкой стороны превышает величину меньшей более чем в два раза (например 1,81 × 5,1 мм), то для такого испытания пользуются стержнем диаметром в 150 мм. Такое разделение вполне целесообразно, так как более широкую ленту гораздо труднее изгибать на ребро и изоляция ее будет подвергаться при изгибании значительно большим напряжениям, чем изоляция более узкой меди; поэтому для широкой прямоугольной меди и вводится более легкое испытание—изгибание на больший диаметр.

Гибкие провода в обмотке и оплетке. Для некоторых электрических машин требуются провода особо-большой гибкости и вместе с тем большого сечения.

Обычная гибкость прямоугольной обмоточной меди крупных сечений, как бы хорошо она ни была отожжена, все же для таких случаев оказывается недостаточной. Поэтому в целях повышения гибкости применяют медную жилку, скрученную из тонких отожженных проволок, которые, как уже было указано, после скрутки вальцуют в прямоугольное сечение и дополнительно отжигают. В результате гибкость получается очень большой, несмотря на крупное сечение жилы (марки ЛВОО и ЛВДО).

Действующий в настоящее время стандарт СТ 25-1371 устанавливает различные прямоугольные сечения гибких проводов в пределах от 3,6 до 80 мм². Толщина изоляции (на обе стороны) должна составлять: для марки ЛВОО 0,65 мм и для марки ЛВДО 0,85 мм с допуском в $\pm 0,05$ мм.

К обмотке этих проводов предъявляются примерно такие же требования, как и к обмотке прямоугольной обмоточной меди сплошного сечения. Оплетка гибких проводов не должна иметь внешних, отчетливо видимых простым глазом просветов и неровностей. Более подробно требования к оплетке излагаются ниже.

Требования, предъявляемые к монтажным проводам с волокнистой изоляцией. Так как монтажные провода с волокнистой изоляцией очень часто применяют там, где существенное значение имеют габариты провода, то, одним из основных требований, предъявляемых к этим проводам, является требование соблюдения определенной величины наружного диаметра.

Обмотка должна накладываться равномерно без просветов и утолщений. При двух- или трехслойной обмотке отдельные слои должны накладываться во взаимно противоположном направлении.

Обмотка не должна давать просветов при наивысшем на стержень диаметром, равным пятикратному диаметру провода (но не менее 3 мм).

Оплетка должна быть плотно наложена на провод без утолщений, узлов, пьсьм и отдельных прядей со свободными концами, вызывающими просвет.

В многожильных проводах отдельные жилы должны иметь различную расцветку, осуществляемую цветной пряжей. Допускается расцветка жил пряжками из двух цветов пряжи.

Наружная обмотка монтажных проводов должна выполняться из цветной пряжи: синего, коричневого, белого, желтого, зеленого, черного или красного цвета. Возможна также комбинированная расцветка пряжей различных цветов. Расцветка оговаривается в заказе.

Применяемый для пропитки проводов состав не должен размягчаться при температуре ниже $+50^{\circ}$ и не должен стекать с провода при температуре ниже $+60^{\circ}$. Пропитка должна обеспечивать склеивание нитей в слое пряжи для возможности легкой зачистки провода.

В монтажных проводах должны отсутствовать обрывы медной жилы, а также электрические соединения между жилами. В случае обрыва в процессе производства однопроволочных жил диаметром 0,40—0,80 мм, концы их должны соединяться горячей бескислотной пайкой; сращивание отдельных проволок 0,10—0,20 мм должно производиться с помощью холодной пайки (путем скрутки). Многопроволочные жилы должны соединяться путем взаимного скручивания части проволок жилы (остальные проволочки должны быть вырезаны).

Место соединения должно пропаяваться и тщательно изолироваться натуральным шелком.

Соппротивление изоляции монтажных проводов, определяемое при температурах 15—25° и после пребывания провода в атмосфере повышенной влажности, не должно быть меньше установленного нормами.

Пробивное напряжение изоляции этих проводов должно быть не менее величин, указанных в табл. 9.

Таблица 9

Марка провода	Пробивное напряжение, в вольтах (эффективное значение)
МГБД, МГБДО	400
МГШДО, МШДБ МГАДО, МАДВ	500
МГШД, МГАД	300

Требования, предъявляемые к схемным лакированным проводам. Эти провода изготавливаются с однопроволочными и многопроволочными токопроводящими жилами. В однопроволочных жилах диаметр проволоки обычно колеблется в пределах 0,6—1,35 мм. В многопроволочных жилах диаметр отдельных проволок бывает 0,15—0,30 мм. В случае применения эмалированной проволоки необходимо обращать внимание на качество эмалевой изоляции. Последняя во всяком случае должна быть не ниже, чем у марок ПЭН или ПЭ. Максимальная толщина изоляции не должна превышать (на обе стороны) для проводов марки ПБДЛ—0,60 мм, ПВДОЛ—1,50 мм, ПЭБДЛ—0,65 мм, ПЭБДОЛ—1,55 мм.

Обмотка проводов должна быть без просветов и утолщений, а оплетка — плотной, без узлов и шероховатостей.

Лаковая пленка должна быть нанесена сплошным ровным слоем, без надрывов и просветов. Сама пленка должна быть мало горючей, водонепроницаемой. Кроме того лаковая пленка, как в состоянии поставки, так и после шестичасового пребывания при температуре +70°, не должна давать трещин при наворачивании на цилиндрический стержень диаметром, равным четырехкратному наружному диаметру провода.

Электрическое пробивное напряжение между двумя скрученными проводами в состоянии поставки должно удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 10.

Таблица 10

Марка провода	Число сируток на длине 200 мм	Пробивное напряжение (эффективное значение), в
ПБДЛ	10	2 000
ПБДОЛ	10	2 250
ПЭБДЛ	10	3 000
ПЭБДОЛ	10	3 250

Требования, предъявляемые к высокочастотным обмоточным проводам (литцендратам). Особое внимание при изготовлении этих проводов необходимо уделять тому, чтобы диаметр проволоки и количество их точно соответствовали установленной конструкции. Кроме того очень важно,

чтобы литцендраты при изготовлении не имели большого количества обрывов отдельных проволок. Обрывы и последующие спайки отдельных прядок у многопроволочных литцендратов совершенно недопустимы. Обрывы отдельных проволок должны соединяться холодной спайкой (скруткой), при этом количество этих обрывов должно быть минимальным, не отражающимся на величине удельного сопротивления жил. Обмотка должна быть наложена равномерно, без просветов и утолщений. В случае двойной обмотки направление повивов должно быть противоположным.

Требования, предъявляемые к упаковке и маркировке обмоточной меди. Особое внимание необходимо обращать на упаковку и маркировку обмоточной меди. В практике изготовления и применения последней очень часто приходится сталкиваться с большим количеством брака исключительно из-за небрежной упаковки (небрежная намотка проволоки на барабаны и катушки, плохая защита проволоки от возможных внешних повреждений и т. д.). В этом отношении следует брать пример с лучших зарубежных фирм, которые на упаковку обращают очень большое внимание и этим гарантируют сохранность качества обмоточной меди.

Круглая обмоточная медь диаметром до 1,0 мм обычно наматывается на деревянные катушки. Круглая медь всех марок диаметром от 1,01 до 1,7 мм поставляется в бухтах или на деревянных катушках, в зависимости от желания заказчика. Такая же медь, но большего диаметра (от 1,71 до 3,8 мм), выпускается в бухтах.

Прямоугольная обмоточная медь и круглая проволока диаметром свыше 3,8 мм обычно поставляется на барабанах.

Во избежание порчи наружных слоев проводов катушки и барабаны должны быть тщательно обернуты бумагой или дерюгой, причем начало и конец каждого мотка проволоки должны быть выведены через отверстия во фланце катушки, чтобы была возможность произвести контрольные измерения.

На каждой катушке или бухте может быть несколько концов (отрезков). Однако количество их в зависимости от диаметра обмоточной меди должно быть:

при диаметре	0,05—0,10 мм	не более	4
"	"	"	"
"	0,11—0,49	"	3
"	"	"	"
"	0,51 и выше	"	2

Для проводов марок ПЭШО, ПЭЛШО, ПЭВО, ПЭЛВО и ПЭЛВД не более чем у 20% катушек поставляемой партии допускается увеличение числа отрезков на два против указанных выше норм.

Повышенное число концов для меди с комбинированной эмалевой и хлопчатобумажной или шелковой изоляцией объясняется тем, что обычно очень трудно получить эмалированную проволоку в длинных цельных кусках. Повреждения при обмотке и перемотке изолированной проволоки еще более уменьшают ее длину.

В настоящее время на обмоточных машинах начали применять новый вид тары — катушки с большими прорезями в боковых фланцах (для наружного контроля), которые позволяют производить обмотку тонких размеров проволоки в длинных концах, не требуя дополнительной перемотки этой проволоки. Последняя же операция, как было указано, значительно увеличивает количество концов.

Для медной проволоки диаметром от 0,31 мм и выше допускается горячая лайка или сварка концов с последующей обмоткой шелком или

пряжей, в зависимости от марки меди. В отношении более тонкой меди диаметром 0,05—0,29 мм допускается с согласия потребителей, холодная пайка концов (т. е. соединение их при помощи простой скрутки— без припоя) с последующей изоляцией мест соединения вручную. Однако для ответственных заказов (самолестроения и т. п.) такой вид соединения рекомендовать нельзя.

Каждая бухта, катушка и барабан снабжаются особым ярлыком, в котором указываются следующие данные:

- а) наименование завода, изготовившего провод или обмоточную медь;
- б) марка проволоки;
- в) размеры в миллиметрах голый и изолированной проволоки;
- г) вес нетто и брутто в килограммах;
- д) штамп технического контроля и
- е) дата изготовления.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные марки обмоточной меди и в чем их различие друг от друга?
2. Что такое толщина изоляции?
3. Какая разница между толщиной хлопчатобумажной и шелковой изоляции?
4. Какую изоляцию имеют марки ЛВДО и ЛВООР?
5. Для чего производится испытание на изгиб?
6. Какой порядок нужно соблюдать в направлении обмотки при наложении двух слоев хлопчатобумажной пряжи?
7. Почему обмоточная медь марки ПБТ находит редкое применение?
8. В чем заключается основной технологический процесс производства обмоточной меди?
9. Для каких целей употребляется комбинированная изоляция из эмали и хлопчатобумажной пряжи или шелка?
10. Какими марками можно заменить обмоточную медь марки ПШД?

ГЛАВА III

ТРОЩЕНИЕ

11. УСТРОЙСТВО РАЗМОТОЧНЫХ СТАНКОВ

Выше указывалось, что пряжа поступает на кабельные заводы на початках или на бобинах и идет непосредственно на тростильные машины, минуя стадию размотки. Вследствие этого количество размоточных станков в обмоточных цехах обычно крайне незначительно, так же невелико и число рабочих, занятых этой работой. Учитывая это обстоятельство, ограничимся кратким описанием наиболее простых размоточных станков и общими указаниями относительно технологии этого несложного процесса.

В нижней части станок снабжен валом, приводимым в движение электродвигателем мощностью примерно $\frac{1}{2}$ квт. При помощи ременной передачи движение от этого вала передается второму валу, на котором насажен ряд шкивов диаметром 450—500 мм; над каждым из шкивов

расположен другой небольшой, обтянутый кожей шкивок, приводимый во вращение путем непосредственного соприкосновения с большим шкивом. Оси малых шкивов несколько удлинены и на них насажены катушки, на которые перематывается пряжа или шелк. Машинны этого типа двусторонние и имеют по 10—12 ходов с каждой стороны. По обеим сторонам устроены особые водилки с укрепленными на них крючками, которые обеспечивают равномерное наложение нити по всей ширине катушки. Число оборотов приемных катушек доходит до 3 000—5 000 об/мин. В верхней части машины имеются пазы, куда вставляются металлические оси, на которые насаживаются разматываемые бобины или кроны; последние предназначены для надевания мотков с искусственным шелком или пряжей.

В обязанности работниц входит: установка приемных катушек, установка разматываемых бобин с пряжей или мотков с шелком, пуск машины в ход и наблюдение за правильностью размотки, т. е. за тем, чтобы пряжа наматывалась на катушки равномерными слоями.

Обычно такие машины никаких автоматов не имеют, поэтому в случае обрыва нити работница должна сделать связку и пустить размотку дальше.

Связывание нитей нужно делать так, чтобы это прежде всего обеспечило достаточную прочность нити и чтобы после вязки узелки имели минимальные размеры и возможно короткие концы. В целях получения более равномерных нитей было бы весьма желательно соединять их при помощи простой скрутки (ссушивания) обоих концов нити. Однако при работе на размоточных машинах пряжа в этом случае обычно рассыпается, и это вынуждает производить связку узлом.

На описанных машинах с успехом производится также трощение медной луженой проволоки, идущей потом на оплетку проводов для получения металлического экрана. Этот процесс крайне прост и заключается в том, что отдельные проволоки, предварительно аккуратно наматанные на катушки, соединяются вместе и наматываются на приемные катушки, так же как это происходит при размотке отдельных нитей пряжи.

На такой же размоточной машине можно производить и трощение искусственного шелка, идущего для оплетки. Для этого отдельные катушки устанавливаются на вертикальные стойки машины; далее, нити отдельных катушек соединяют в ленточку и сматывают на специально приспособленные для оплеточных машин так называемые коклюшки. Страдиванье на коклюшки на обычных тростильных машинах часто затрудняется тем, что размеры этих коклюшек значительно больше ширины ходов водилок торостильных машин.

В скором времени на некоторых наших заводах начнут применяться более совершенные и сложные перемоточные машины по типу принятых в текстильном производстве. Эти машины потребуют некоторого времени для освоения, но они отличаются высоким качеством и производительностью работы.

Качество работы размотчиц, естественно, отражается на последующих производственных операциях. Так, если связка пряжи сделана неудовлетворительно, это вызовет затруднения при трощении или при изготовлении шпурты.

Большое значение имеет также правильная и тщательная намотка искусственного шелка на катушки. Если намотка произведена небрежно и шелк не располагается ровными, последовательными рядами по всей

ширина катушки, то при последующем трощении он будет путаться, что вызовет высокий процент брака и большое количество отходов.

Уход за машиной, смазка, приемка и сдача смен производится так же, как и для тростильных машин.

12. УСТРОЙСТВО ТРОСТИЛЬНЫХ МАШИН

Задача трощения состоит в изготовлении ленточек из отдельных, параллельно сложенных нитей пряжи. Для этой цели служат тростильные машины, в которых хлопчатобумажные нити соединяются вместе и одновременно наматываются на бобины.

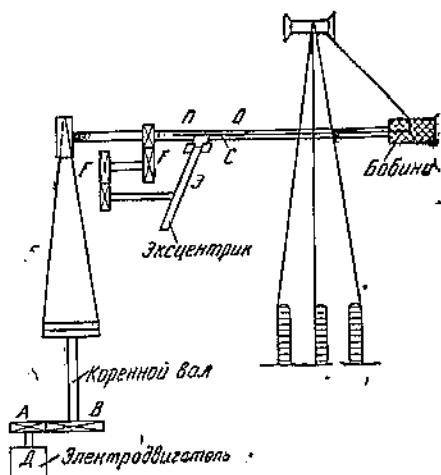
Тростильные машины довольно сложны и до последнего времени являлись предметом импорта. Основными фирмами, выпускающими тростильные машины, являются Мейер, Фротштейн и Рудерт, Гвидо Горн и Фойгт. Советские кабельные заводы оборудованы преимущественно тростильными машинами последней фирмы. Поэтому на работе этих машин мы остановимся более подробно, тем более, что тростильные машины других фирм по принципу своей работы в основном ничем не отличаются от машин фирмы Фойгт.

Попутно отметим, что имеется возможность выпускать такие машины в СССР. В частности один кабельный завод выпустил несколько тростильных машин, которые вполне удовлетворительно работают на наших заводах.

Тростильная машина обычно представляет собой станну, на которой укрепляется от шести до восьми ходов. В нижней части машины имеется вал, приводимый в движение электродвигателем посредством ременной передачи. От этого вала движение передается небольшому шкиву, снабженному с одной стороны удлиненной осью; на конец оси насаживается приемная гильза, на которую затем наматывается пряжа в бобину.

Чрезвычайно важно, чтобы при трощении отдельные нити имели одинаковую длину, ибо если одна нить окажется длиннее другой, то при обмотке медной проволоки она будет выпучиваться, отчего образуется неровная поверхность. Указанный дефект можно устранить так называемой крестовой намоткой на бобину; при таком способе ленточка пряжи наматывается по всей ширине бобины под определенным углом то в одну, то в другую сторону. Крестовая намотка, во-первых, обеспечивает одинаковую длину всех нитей пряжи, и, во-вторых, пряжа очень легко, не спутываясь, сходит при обмотке.

Во время трощения вдоль бобины ходит водилка, которая прижимается к бобине с пряжей посредством протягивовеса. Ширина наматываемой бобины точно соответствует ширине хода водилки. Ход водилки взад и

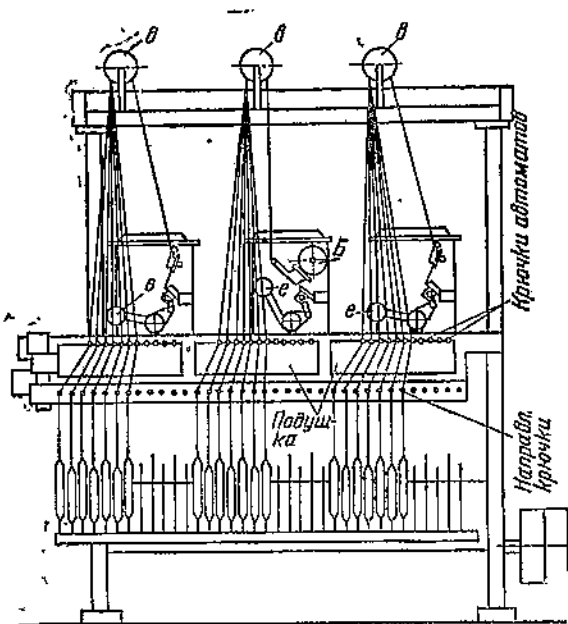


Фиг. 7. Схема одного хода тростильной машины.

вперед достигается при помощи эксцентрика, помещенного в закрытый чугунный ящик.

На фиг. 7 приведена схема одного хода тростильной машины. Движение от электродвигателя *D* при помощи шестерен *A* и *B* и ременной передачи *E* передается валу *O*. На особом стержне *C* укреплены два ролика *П*, которые обхватывают эксцентрик *Э*, приводимый во вращение от того же вала *O* посредством ряда шестерен *F*.

Эксцентрик, представляющий собой небольшой шкивок криволинейной формы, при вращении заставляет ролики двигаться то в одну, то в другую сторону; так как ролики жестко соединены со стержнем, на котором они находятся, то они и сообщают последнему требуемое поступательное движение и таким образом приводят в движение раскладку.



Фиг. 8. Схема трех ходов тростильной машины

Для различных машин требуются бобины различной величины, поэтому, естественно, что и ход водилки с раскладкой должен иметь разную величину. Это достигается сменой эксцентриков; чем большей кривизны будет эксцентрик, тем больший ход будет иметь водилка.

На фиг. 8 схематически изображена часть тростильной машины (три хода). В нижней части видны установленные пачки с пряжей. Последние обычно надеваются на металлические веретена, укрепленные в нижней части станка. Эти веретена должны иметь гладкую и чистую поверхность, что особенно важно при трючении на с пачек со сквозными патронами, а с консов. Большие бобины укладываются в особые рамки.

Отдельные нити пряжи идут через направляющие крючки, затем, скользя по суконной или бархатной подушке, проходят в отверстия крючков автоматов, поднимаются вверх, проходят через ролики *в* и с помощью водилки наматываются крестовой намоткой на бобину *Б*. Буквой *в* на схеме обозначен противовес, прижимающий водилку к бобине.

У современных тростильных машин при обрыве нити автоматически останавливается соответствующий ход. Это достигается тем, что нити проходят через глазки крючков автоматов, приподнимая крючки на некоторую высоту. При обрыве нити крючок под действием собственного веса падает, приводя в действие механический автомат, останавливающий соответствующий ход машины.

В ближайшее время на некоторых наших заводах вступят в эксплуатацию новые тростильные машины американской фирмы Лизона. Эти машины отличаются значительной конструктивной легкостью в сравнении с описанными выше конструкциями машин фирмы Фойгт.

Так как основная часть этой машины — тростильная головка — принципиально не отличается от устройств обычных тростильных машин и так как эти машины сконструированы для тростки только двух нитей (для оплетки проводов) и для обслуживания обмоточных машин не предназначаются, мы на более подробном описании их здесь не останавливаемся.

Установленные на этой машине эксцентрики дают длину бобины в 110 мм, что значительно выше нормальной величины бобины, применяемых на обмоточных машинах.

Если переделать эксцентрики, то эти машины можно приспособить и для обслуживания некоторых обмоточных машин. Однако в этом случае эти тростильные машины будут работать без автоматов, регистрирующих обрывы нитей, так как в этой машине автоматы предусматривают наличие голько двух нитей.

13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТРОЩЕНИЯ

Технологический процесс трощения пряжи крайне несложен и соответствует изложенному выше при описании устройства тростильной машины.

В случае обрыва пряжи работница соединяет оборванные концы, причем, как правило, отдельные нити не связываются, а ссучиваются, чтобы избежать больших узлов. Когда бобина готова, соответствующий ход машины автоматически останавливается, работница снимает бобину и надевает новую.

Основными элементами, характеризующими технологический процесс трощения, являются:

1) скорость шпинделя (т. е. валика, на который насажена наматываемая бобина);

2) количество ходов, обслуживаемых одной работницей;

3) номер пряжи и количество одновременно страчиваемых нитей.

Чем больше число нитей или чем толще пряжа (т. е. чем ниже ее номер), тем большее количество пряжи можно строчить за одно и то же время.

Качество трощения чрезвычайно резко отражается на качестве обмоточной мади, ибо ни один из дефектов трощения не может пройти бесследно для последующей обмотки. Поэтому максимальное внимание должно быть уделено состоянию тростильных машин и тем переделкам их, которые могли бы повысить качество трощеной пряжи.

Прежде всего необходимо отметить очень большое значение состояния веретен и гнезд. На первый взгляд это кажется мелочью, однако на практике такие мелочи очень часто увеличивают брак. Переходя с пачтков к крючку автомата, пряжа соприкасается с поверхностью покрытых сукном подушек. Качество этого сукна и его состояние также играют большую роль в работе тростильных машин. Так, хорошее сукно обычно задерживает на себе выступающие на поверхности нити мелкие ворсинки и несколько сглаживает пряжу. Наоборот, недоброкачественное для тростильных машин сукно служит причиной частых обрывов нити. Даже такая незначительная деталь, как верхний ролик, оказывает свое влияние на качество пряжи, ибо гладкая поверхность и легкость его вращения обычно облегчают процесс трощения.

Наконец, особое значение имеет работа эксцентрика и водилки. Как эксцентрик, так и водилка должны быть отрегулированы таким образом, чтобы они давали совершенно ровную и точную намотку, края же бобины не должны иметь каких-либо выступов на поверхности, иначе пряжа будет сползать и путаться, что вызовет увеличение брака.

14. ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРОСТИЛЬНЫХ МАШИН

Подготовка машины к работе. Приступая к работе на тростильной машине, работница должна прежде всего убедиться в том, что машина в порядке. Для этого надо осмотреть машину и проверить, хорошо ли она вычищена и смазана. Попутно следует просмотреть, поставлены ли надлежащие шестерни и эксцентрики и убедиться в том, что работа водилок обеспечивает ровное наложение нитей, а расстояние от бобины до конца гильзы соответствует установленным пределам. Кроме того, при подготовке машин необходимо обращать особое внимание на то, чтобы шерстяное сукно и гребенка были чистыми и в проходе крючков автоматов не было пыли и ворсинок пряжи, в противном случае крючки не смогут свободно опускаться и при обрыве нитки автомат не выключит хода.

Заправка машины. При заправке машины работница должна знать, какое количество ниток и какой номер пряжи ей требуется тростить, и если имеется подносчица пряжи, то последняя должна обеспечить быструю подачу к машине соответствующего количества пачтков и бобины. После этого работница надевает на веретено столько пачтков, сколько нитей ей нужно тростить; затем она продевает нити (каждую отдельно) сквозь направляющие крючки, пропускает их сначала через сукно, а потом — сквозь крючки автомата и, пропустив нить через верхний ролик машины, закрепляет их на гильзе шпинделя, намотав нить на гильзу пять—шесть раз. Далее, аккуратно наклонив водилку вплотную к гильзе, работница длавно, без рыжка, пускает данный ход машины.

Наблюдение за работой машины. Во время работы машины работница обязана следить за тем, чтобы бобины наматывались плотно и чтобы пряжа не скользила вдоль гильзы, а нити у ее краев держались крепко, не сползая. Кроме того необходимо следить за тем, чтобы при обрыве нитки автомат выключал ход. Если автомат не работает, то следует немедленно принять соответствующие меры.

Основными причинами невыключения автомата обычно являются:

1) засоренность гребенок; если это имеет место, то гребенки нужно вычистить;

2) искривление крючков автомата настолько, что они застревают и не опускаются при обрыве нити; для устранения этого дефекта крючки

нужно выправить: если же не работают все крючки автомата, то об этом необходимо немедленно сообщить дежурному слесарю.

Если во время трощения в пряжке будет пропущена одна или несколько ниток, то тростильщица должна отмотать неверно строченные нити и обрезать их. После этого надо связать пряжки и снова пустить машину в ход.

Намотанная бобина должна иметь строго определенные размеры, ибо если бобина окажется меньше установленной величины, то это затруднит последующую работу на обмоточных машинах (потребуется большее количество заправок); с другой стороны, если размеры бобины превысят установленные, это может вызвать брак при дальнейшей работе на обмоточных машинах.

Очень существенным является требование, чтобы тростильщица дорабатывала пряжу с початков до конца, так как даже незначительное количество оставленной пряжи обычно резко повышает процент брака и отходов.

Работа тростильщиц и обслуживание машин будут значительно легче, если придерживаться известного порядка, например, хранить пустые гильзы и початки в определенных местах, следить за тем, чтобы около машины не валялась рвань и при появлении последней немедленно складывать ее в отдельные, специально приспособленные ящики и т. д.

Наконец, тростильщица должна следить за тем, чтобы все готовые и предварительно протемпелазанные бобины укладывались правильными рядами в специальные ящики.

Смазка и чистка машин. Так как плохое состояние машин сильно отражается на качестве строченной пряжи, то каждая тростильщица должна обращать особое внимание на чистку машин. Это удобнее всего производить после каждой смены, причем для этой цели достаточно оставивать машину на 10—15 мин. При ежедневной чистке машины достаточно протереть тряпкой или рванью холодной шивы у каждого хода, вместе с из-под машины сор и т. д. Рукой и щеткой нужно тщательно очистить от пыли суконную подушку и обмахнуть щеткой коробку шестерен, станину и гнезда. Более тщательную чистку нужно производить перед выходным днем, причем в этом случае необходимо также очищать гребенку от осевшей на ней пыли. Наконец, раз или два в месяц следует выливать из коробки шестерен грязное масло и заменять его свежим.

Сдача и приемка смен. Тростильные машины обычно работают в несколько смен, поэтому особенно важно, чтобы каждая машина работала без перебоев.

Выполнение этого условия можно обеспечить правильной организацией сдачи и приемки смен. Это должно быть организовано так, чтобы работница сдавала машину следующей смене вычищенной и вполне готовой к дальнейшей работе. Если в машине замечены какие-либо недостатки, то работница должна в процессе работы предупредить об этом дежурного слесаря, чтобы он наладил машину и устранил все дефекты. Если машина сдается в невычищенном, неопрятном виде и при сдаче обнаруживаются дефекты, о которых в течение смены работницей ничего не было сказано, следует принимать соответствующие меры взыскания, исключая повторение подобных случаев в будущем. Вместе с тем, при сдаче смен надо следить и за тем, чтобы следующая смена была обеспечена приемными гильзами и различными вспомогательными материалами, отсутствие которых может привести к простоям машины.

15. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРОСТИЛЬНЫХ МАШИН

Наблюдения за работой тростильниц показали, что при трощении толстых номеров пряжи, как и при трощении в ленточку пряжи из малого количества нитей, у работниц, обслуживающих шесть ходов, имеется свободное время. Поэтому если такой работнице обеспечить своевременно подачу пряжи и надлежащий уход за машиной со стороны ремонтного персонала, то, безусловно, можно увеличить количество ходов, обслуживаемых одной работницей.

Целесообразно при переходе на обслуживание увеличенного числа ходов устанавливать машины так, чтобы все ходы были расположены не вдоль одной линии, а чтобы работница находилась между обслуживаемыми машинами.

Вторым моментом, способствующим достижению и превышению норм, может служить увеличение рабочих скоростей.

Шпиндель тростильной машины обычно делает 500—800 об/мин. При такой скорости одна работница раньше обслуживала шесть ходов. Эти скорости не являются предельными. На одном заводе скорость отдельных тростильных машин была доведена до 1 000 об/мин. Естественно, что такое увеличение скорости в свою очередь позволяет повысить производительность машины. Для трощения шелка вследствие его меньшей крепости требуется несколько пониженное число оборотов.

Скорость же остальных машин нужно довести до максимальной и наимыгоднейшей величины.

Повышение коэффициента использования машины. Повышения производительности тростильных машин можно добиться при помощи сравнительно небольших конструктивных доделок, а именно: достаточно несколько удлинить шпиндель, чтобы можно было одновременно получать с каждого хода не одну бобину, как обычно, а две и более.

Практика показала, что при удвоенном количестве бобин выработка увеличивается почти в 1,8 раза.

Кроме того при устройстве удвоенных ходов на одном и том же шпинделе облегчается одновременное обслуживание увеличенного числа ходов одной работницей.

Это мероприятие можно особо рекомендовать для тех случаев, когда хлопчатобумажная пряжа тростится в небольшое количество ниток или когда в производство идут низкие номера пряжи.

В числе основных мероприятий при тростке шелка нужно в первую очередь отметить применение автоматов тростильных машин, так как в этом случае работница может следить за значительно большим числом сращиваемых нитей, чем при работе без автоматов.

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет качество связки нити при размотке пряжи?
2. Какие тростильные машины наиболее распространены на наших кабельных заводах?
3. Чем достигается движение водилок то в одну, то в другую сторону?
4. С помощью каких переделок можно повысить производственную мощность тростильных машин?
5. В чем состоит назначение подушки?
6. Каким требованиям должна удовлетворять намотанная бобина?

7. Что такое крестовая намотка и какими преимуществами она обладает?

8. Почему важна хорошая работа автоматов на тростильных машинах?

9. Как нужно соединять отдельные оборванные ниточки пряжи?

10. Почему нужно чистить гребенки?

11. Как удобнее располагать машины для обслуживания большого количества ходов?

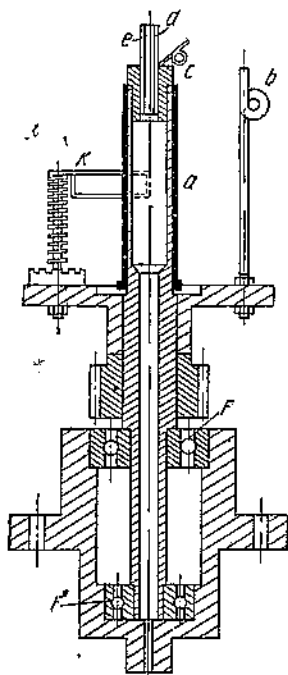
ГЛАВА IV

ОБМОТКА

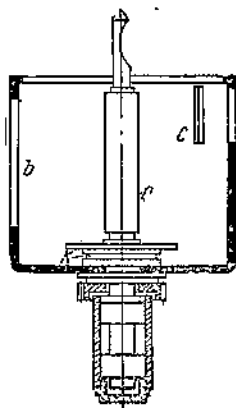
16. УСТРОЙСТВО ОБМОТОЧНЫХ МАШИН

Процесс обмотки является основным в производстве обмоточной (динамомашинной) меди, поэтому на нем мы остановимся подробнее.

Современные обмоточные машины представляют собой весьма сложные и дорогие устройства, состоящие из многих деталей.



Фиг. 9. Центровая розетка

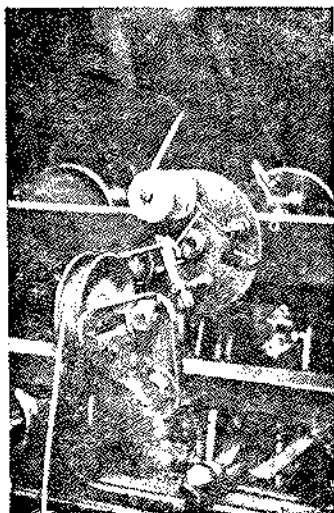


Фиг. 10. Центровая розетка с алюминиевым стаканчиком.

Основными деталями обмоточных машин являются розетки, на которых устанавливаются бобины с пряжей. В процессе работы розетки вращаются с определенной скоростью и обматывают пряжей медную проволоку, имеющую поступательное движение.

Различают два типа розеток: центровые и эксцентричные. У центровых розеток обматываемая медная проволока проходит в центре вращающейся бобины. Такие розетки значительно лучше уравновешены и могут поэтому вращаться с очень большой скоростью, что имеет свои преимущества. Все современные обмоточные машины оборудованы исключительно центровыми розетками.

Недостатком центровых розеток является то, что при заправке машин нужно всегда одновременно заправлять несколько запасных бобин, иначе при сходе какой-либо одной бобины для установки другой пришлось бы разрезать проволоку, что, конечно, ни в коем случае нельзя делать часто. Поэтому во всех конструкциях машин с центровыми розетками обычно предусматривается особое место для установки двух-четырех запасных бобин.



Фиг. 11. Эксцентричная розетка.

У эксцентричных розеток бобина с пряжей расположена несколько сбоку проходящей медной проволоки (фиг. 11). При таких розетках смена бобины с пряжей происходит обычным путем и не требуется устанавливать на машине запасные бобины. Так как бобина в этом случае располагается не в центре, а с краю розетки, то последняя оказывается несколько неуравновешенной, поэтому при большом количестве оборотов здесь может наблюдаться биеение, что, естественно, отразится на качестве обматываемой проволоки.

Эксцентричными розетками оборудованы машины фирмы Демут, а также горизонтальные машины, обматывающие толстые сечения обмоточной меди.

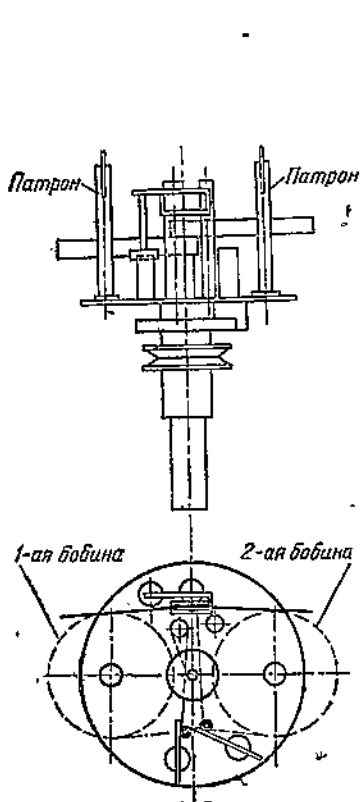
Чтобы уравновесить эксцентричные розетки, было предложено устанавливать на них не одну, а две симметрично расположенные бобины (фиг. 12). В практике наших кабельных заводов этот способ иногда применяется на горизонтальных обмоточных машинах. Вполне естественно, что

На фиг. 9 изображена центровая розетка машины Кнефель. Здесь бобина насаживается на патрончик *a*. Ленточка пряжи идет с бобины через прючки *b* и *c* и направляется к глазку *d*, находящемуся в трубке *e*, через которую проходит обматываемая проволока. Для торможения пряжи служит пружина *k*. Розетка вращается в шариковых подшипниках *F* и приводится в движение зубчатками, заключенными в масляную ванну.

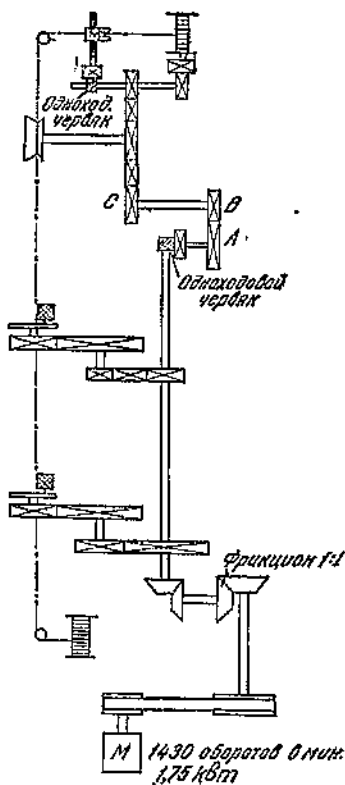
На фиг. 10 приведена центровая розетка машин Фротигейм и Рудерт. Здесь бобина с пряжей устанавливается на патрончике *a*; ленточка пряжи с бобины проходит через прорезы *b* и *c* в стенках алюминиевого стакана. При этом ленточка распределяется и обмотка улучшается. Эта розетка также приводится в движение зубчатками, находящимися в масляной ванне. Торможение бобины осуществляется кожаной прокладкой *k*.

число оборотов эксцентричных розеток не может быть так велико, как число оборотов центровых, поэтому преимущество последних вполне очевидно.

Вторым существенным различием в конструкциях розеток обоих типов является способ их приведения в движение. Существуют две системы привода: жесткая (шестеренная) и мягкая — посредством ремней, шнурков, супони и т. п.



Фиг. 12. Эксцентричная розетка горизонтальных обмоточных машин.



Фиг. 13. Схема тонкообмоточной машины и приемного устройства.

В жестком приводе движение от электродвигателя передается сначала коренному валу, а от него при помощи конических и цилиндрических шестерен непосредственно розетке. Преимущество этого способа в том, что розетка всегда имеет строго постоянное число оборотов, зависящее только от числа оборотов электродвигателя. Никакие другие внешние причины на число оборотов розетки не влияют. Для качества обматываемой меди это имеет чрезвычайно большое значение, поэтому в настоящее время все лучшие машины выпускаются с жесткой передачей.

Недостатком этого вида привода является большая дороговизна устройства и высокая стоимость ремонта, необходимого при износе отдельных шестерен. Однако практика кабельных заводов показала полную целесообразность описанного привода.

При мягком приводе вращение розетки передается обычно от коренного вала посредством ремня или других устройств. В этой конструкции имеется существенный недостаток, именно: если ремень, супонь или шнурок несколько вытянется, то натяжение уменьшится, и розетка станет вращаться с меньшим числом оборотов. Но так как поступательное движение обматываемой меди все время остается неизменным, то в обматываемой проволоке будут наблюдаться просветы.

Примером обмоточной машины с мягким приводом служит машина Демут. Подобный же привод имеют некоторые старые машины других фирм, которые теперь постепенно выходят из употребления.

Для обмотки тончайшей проволоки (диаметром 0,03—0,10 мм) иногда применяются обмоточные машины с комбинированной жесткой и мягкой передачей. Такие машины, применяющиеся на наших заводах, описываются ниже.

За последнее время за границей появились машины нового типа, каждый ход которых приводится в движение непосредственно от отдельных небольших электродвигателей, расположенных у каждого хода.

Такие машины, описание которых (фирмы AIMCO, Вестерн Электрик) дано ниже, начинают находить у нас достаточное применение.

Устройство обмоточной машины в основном сводится к следующему.

Машина приводится в действие обычно отдельным электродвигателем, от которого движение передается ее коренному валу. Последний, как было указано выше, помощью шестерен или гибкой передачи приводит во вращение все обмоточные розетки машины. Кроме того коренной вал вращает через соответствующую передачу приемное устройство (приемный барабан или катушку). В машинах старой конструкции вращение приемных барабанов осуществляется обычно посредством гибкой передачи. В новых же конструкциях для этой цели применяются также фрикционы, создающие барабанам необходимое скольжение для изменения скоростей.

Для того чтобы обмотанная медь укладывалась по ширине всего приемного барабана равномерными рядами, служат так называемые водилки.

Обмоточные машины старых конструкций оборудованы водилками, которые устроены так: вдоль всей машины имеется металлическая штанга, на ней против каждого хода укреплен своя водилка; конец штанги соединен со скобой, выступ которой находится в продольной прорези шкива; эта прорезь с одной стороны близко подходит к одному краю шкива, а с другой—к другому, причем на одной половине шкива этот переход сделан в одну сторону, а на другой—в обратную. Такое устройство позволяет всей штанге двигаться то в одну, то в другую сторону, благодаря чему осуществляется раскладка обмотанной проволоки по всей ширине приемного барабана или катушки.

В машинах другого типа раскладка проволоки происходит следующим образом: на круглом валу, снабженном на концах винтовой нарезкой в двух направлениях, имеется храповое устройство; посредством медленного вращения последнего достигается передвижение всего вала вместе с укрепленными на нем водилками то в одну, то в другую сторону.

В более современных машинах, например машинах фирмы Фротцгейм и Рудерт, раскладка устроена несколько иначе. Здесь каждый ход машины у приемного барабана снабжен валом с винтовой нарезкой; на этот вал насажена раскладка с выступом, который входит в имеющуюся на валу канавку винтовой нарезки. При помощи храповичка вал все время совершает небольшое движение вокруг своей оси то в одну, то в другую сторону; при этом водилка движется вдоль вала также то в одну, то в другую сторону и равномерно раскладывает обмоточную проволоку по всей ширине приемного барабана.

В машинах фирмы Нигауз вал раскладки у каждого хода вращается в одну сторону, но здесь имеется винтовая нарезка в двух направлениях, благодаря чему достигается передвижение раскладки в обе стороны.

На фиг. 13 изображена схема устройства обмоточных машин новейших конструкций фирмы Фротцгейм и Рудерт.

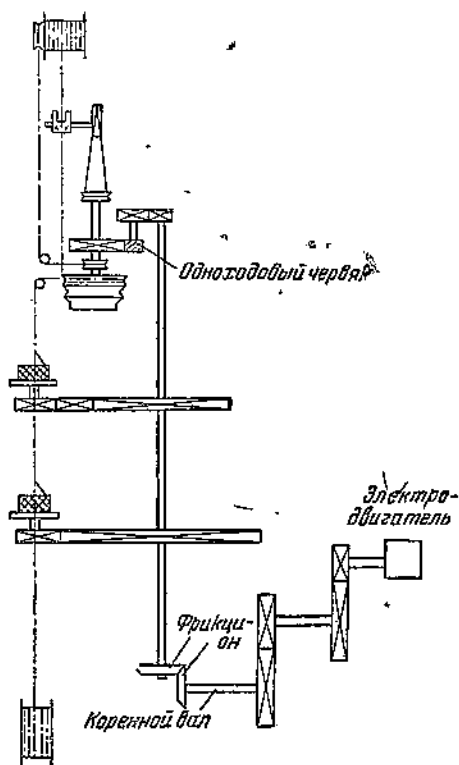
Эти машины приспособлены для обмотки тонкой медной проволоки.

Все обмоточные машины состоят из описанных выше деталей. Тип машины прежде всего обуславливается диаметром проволоки, для обмотки которой предназначается данная машина. В зависимости от этого различают машины для тонкой и тончайшей обмотки, машины для обмотки проволоки средних размеров и, наконец, машины для обмотки толстой проволоки.

Машины для обмотки проволоки малых диаметров. Из машин этого типа мы рассмотрим конструкции фирм Кнефель и Фротцгейм и Рудерт, имеющие у нас наибольшее распространение.

На фиг. 14 изображена схема одного хода машины фирмы Кнефель. В этих машинах на одной станине смонтировано до 20 ходов. Обычно машины этого типа производят обмотку не более чем в два слоя.

Машины оборудованы центровыми розетками, причем над каждой розеткой имеется особый шпиндель, на который можно надевать от трех до четырех запасных бобин. Каждая розетка имеет небольшую пружинку, прижимающую бобину с пряжей или с шелком. Пружинка служит для того, чтобы при обмотке не сбегало лишнее количество пряжи. По



Фиг. 14. Схема одного хода машины фирмы Кнефель.

Выходе из розетки обмотанная проволока проходит через подый шпindel, на котором висят запасные бобины, и несколько раз обматывает тяговую шайбу. Каждый ход имеет свой отдельный счетчик, расположенный поблизости от шайбы.

Обмотанная проволока наматывается на небольшие деревянные катушки. Провод вдоль животиков приемных катушек раскладывается водниками, насаженными на вал с двухоборотной червячной нарезкой.

Обычно на описанных машинах обматывается проволока диаметром от 0,05 до 0,20 мм.

Пуск и остановка каждого хода производится с помощью рукоятки, включающей и разъединяющей фрикционное сцепление.

Скорость обмотки этих машин, в зависимости от диаметра обматываемой проволоки, колеблется в пределах 1,5—4,0 м/мин, а число оборотов розетки достигает 3 000—6 000 об/мин.

Обмоточные машины фирмы Фротцгейм и Рудерт, как и машины Кнефель, имеют центровые розетки и шестеренные передачи.

Существенным различием между этими машинами является вертикальное расположение приемных и сдаточных катушек в машинах фирмы Фротцгейм и Рудерт.

Кроме того передача движения шестеренным устройствам от коренного вала осуществляется здесь посредством фрикциона, причем при остановке каждые два хода несколько выдвигаются вперед, и таким образом фрикционное сцепление разъединяется.

Несколько иначе устроены в машинах фирмы Фротцгейм и Рудерт и обмоточные розетки: они не имеют прижимающей пружины. Требуемое торможение розетки достигается с помощью шпурка, находящегося в нижней части бобины и стягивающего небольшой шкив, на котором устанавливается бобина.

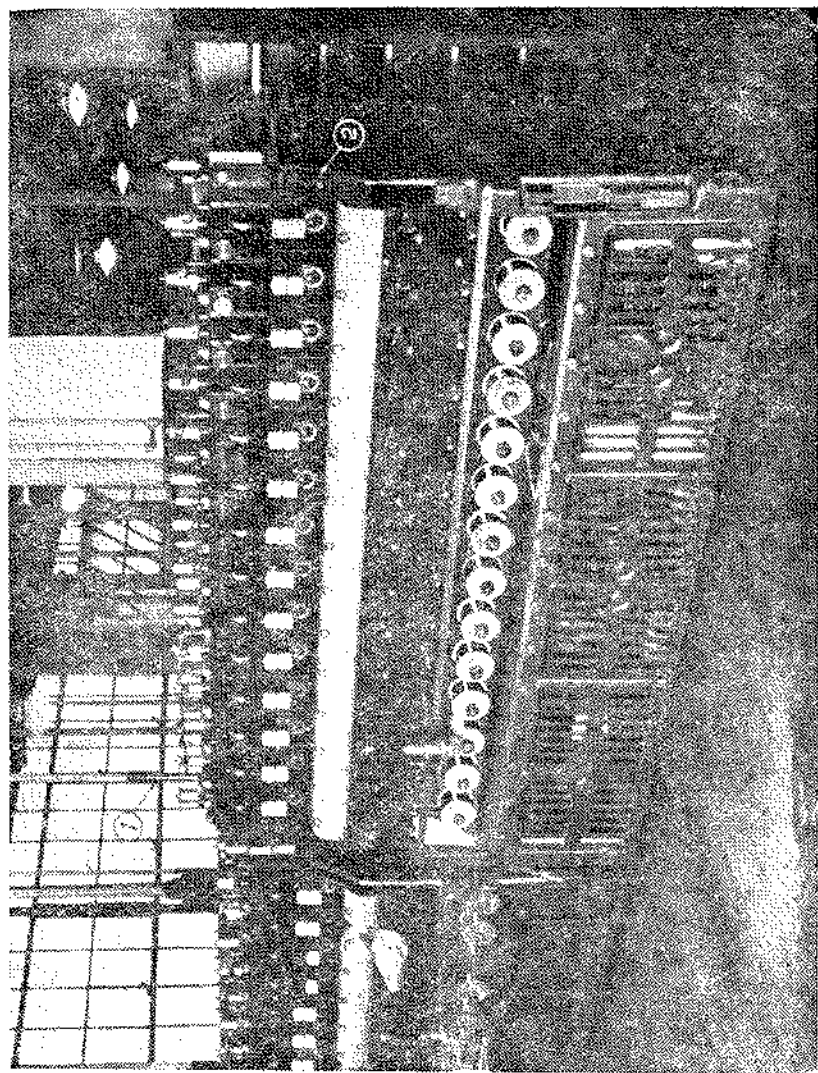
Скорость обмотки описываемых машин от 1,5 до 4,0 м/мин, а паспортное число оборотов розетки до 8 000 об/мин.

Несколько лет назад наши кабельные заводы для обмотки медной проволоки тонких и тончайших размеров, а также тончайшей проволоки из сплавов сопротивления стали применять обмоточные машины фирмы Отто Вейс. Эти машины отличаются от вышеописанных тем, что в них применена комбинированная (мягкая и жесткая) передача.

Машина приводится в движение электродвигателем, вал которого при помощи муфты сцеплен с коренным валом машины. На этом валу находится ряд шкивов (по числу ходов) диаметром 300—400 мм, от которых движение хлопчатобумажной тесьмой передается розеткам. Устройство последних не отличается особенно от устройства розеток машин Фротцгейм и Рудерт для тонкой проволоки. Число оборотов розеток колеблется в пределах 5 000—7 000 об/мин. Розетка и тяговая шайба описываемой машины соединены червячной передачей, вследствие чего машина обладает всеми преимуществами машин с жесткой передачей. Приемные катушки приводятся во вращение при помощи хлопчатобумажной передачи от шкива, сидящего на валике, на другом конце которого помещается тяговая шайба.

Отсутствие большого числа шестерен придает описываемой машине большую конструктивную легкость и позволяет использовать ее для обмотки тончайшей проволоки.

В скором времени на некоторых наших заводах начнут эксплуатироваться обмоточные машины американской фирмы Вестерн-Электрик. Эти машины представляют значительный интерес, и поэтому мы остановимся на них несколько подробнее. Общий вид такой машины на двадцать во-



Фиг. 14а. Обмоточная машина фирмы Вестерн-Электрик на двадцать восемь ходов.

семь ходов (по четырнадцать ходов с каждой стороны) представлен на фиг. 14а. Машина предназначена для обмотки проволоки диаметром 0,06—0,4 мм и предусматривает наложение однослойной обмотки, что подтверждает широкое применение в Америке комбинированной эмаливой и волокнистой изоляции. При обмотке проводов диаметром менее 0,10 мм число оборотов розетки может достигать 10 000 в минуту, а при более

крупных диаметрах 8 400 в минуту. Розетки приводятся в движение от индивидуальных электродвигателей трехфазного тока напряжением 110 в и мощностью 0,15 квт, причем для повышения числа оборотов в нижней части машины установлены два преобразователя частоты тока, из которых один преобразует переменный ток частотой 60 гц в переменный

ток частотой 173 гц, а второй дает переменный ток частотой 145 гц. Переключая специальным рубильником индивидуальные электродвигатели на питание от того или иного преобразователя, соответственно можно менять в вышеуказанных пределах число оборотов розетки. Если преобразователи питать переменным током частотой 50 гц, то число оборотов розеток уменьшится в отношении 5:6. Однако переделкой шкивов можно добиться вышеуказанного числа оборотов розеток.

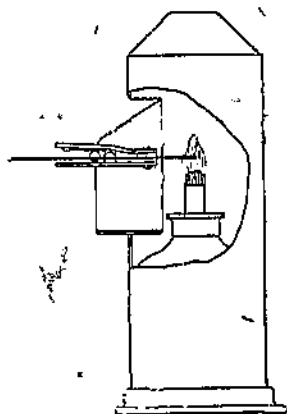
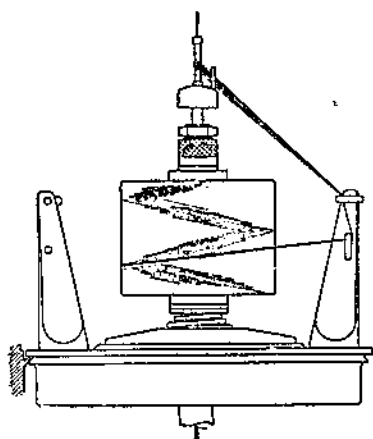
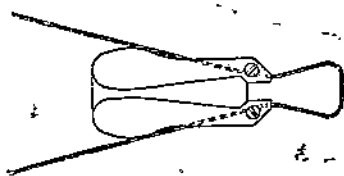
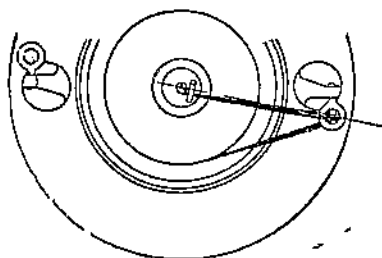
Преобразователи расположены по обе стороны электродвигателя, который приводит их во вращение. Как электродвигатель, так и преобразователи должны питаться от сети напряжением 440 в, причем переключением обмоток питания электродвигателя можно производить и от сети напряжением 220 в.

На фиг. 146 приведена схема устройства одного хода обмоточной машины фирмы Вестерн-Электрик. Из этой схемы видно, что отдающая катушка помещается в нижней части машины, причем на оси, на которой устанавливается катушка, имеется тормозная гайка, с помощью которой можно создать желательное натяжение проволоки. На фиг. 14 в приведено устройство центральной обмоточной розетки. Натяжение пряди здесь также регулируется специальным тормозным устройством в виде регулирующей гайки, находящейся над боббиной. Прядь должна быть натянута настолько, чтобы она сходила с боббины без вибраций. По мере уменьшения диаметра боббины нужно несколько отпускать регулирующую гайку, чтобы не создать чрезмерного натяжения пряди. Когда вся прядь с боббины намотана на провод, устанавливается новая боббина, которая берется из магазина запасных боббин. Расположение магазина видно на фиг. 14 б.

Фиг. 146. Схема устройства одного хода обмоточной машины фирмы Вестерн-Электрик.

специальным тормозным устройством в виде регулирующей гайки, находящейся над боббиной. Прядь должна быть натянута настолько, чтобы она сходила с боббины без вибраций. По мере уменьшения диаметра боббины нужно несколько отпускать регулирующую гайку, чтобы не создать чрезмерного натяжения пряди. Когда вся прядь с боббины намотана на провод, устанавливается новая боббина, которая берется из магазина запасных боббин. Расположение магазина видно на фиг. 14 б.

Когда проволока на отдающей катушке кончается, конец ее припаяется к следующей катушке при помощи спиртовой лампочки, находящейся при машине и изображенной на фиг. 14г. Для производства этой операции оба конца кладутся встык, причем точка соприкосновения посыпается бурой и порошком серебряного припоя. Место соединения держится в пламени лампы до тех пор, пока не закончится полное оплавление



Фиг. 14в. Центровая обмоточная розетка обмоточной машины Вестергрен-Электрик.

Фиг. 14г. Спиртовая лампочка для сплавления концов проволоки.

ленте соединяемых концов. Кроме того при машине предусмотрена возможность приключения электрических сварочных аппаратов. На фиг. 14б видно, что приемная часть расположена в верхней части машины, где имеется устройство для раскладки провода вдоль приемной катушки. Скорость приемной катушки изменяется с помощью фрикциона, причем правильное давление на фрикционную муфту производится с помощью специального регулировочного винта.

На фиг. 14б видно, что розетка и электродвигатель в рабочем состоянии заключены в особый кожух, что исключает возможность повреждения обслуживающего персонала от быстровращающихся частей, а также порчу последних от попадания на них случайных частиц металла, пржи и т. д. Кроме того такое устройство создает совершенно бесшумную ра-

боту машины. Большим недостатком этих машин является отсутствие автоматов, останавливающих ходы в случае обрыва прядки пряжи или шелка.

Машины для обмотки проволоки средних диаметров. Для обмотки проволоки средних диаметров наиболее распространен тот же тип машин фирмы Кнефель, часто посящий у нас название «Большой Кнефель».

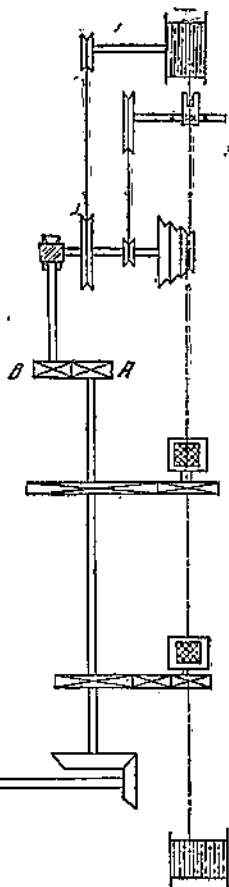
Устройство этих машин в основном ничем не отличается от устройства машины «Малый Кнефель». Эти машины лишь несколько больше по своим размерам. Они также имеют обычно по 20 ходов на одной станции, причем у некоторых машин все ходы расположены с одной стороны; иногда же делается по 10 ходов с каждой стороны. На таких машинах можно обматывать проволоку диаметром 0,2—0,7 мм.

Обычно эти машины работают у нас при скоростях обмотки в пределах 3,5—5,5 м/мин. Число оборотов розетки колеблется примерно от 3 500 до 4 500 в 1 мин.

Машины фирмы Фротцгейм и Рудерт для обмотки проволоки средних размеров. Схема такой машины приведена на фиг. 15. Электродвигатель при помощи ременной передачи приводит в движение основной вал, расположенный в нижней части машины. Посредством конической фрикционной передачи это движение передается вертикальным валам отдельных ходов, а от них через шестеренные передачи розеткам. Выключение и включение хода производится рукояткой, помощью которой поднимают или опускают вертикальный вал, чем достигается сцепление или разъединение фрикциона соответствующего хода.

Обмоточные розетки — центровые, но несколько отличные от обычно принятого типа. Для установки запасных бобин под каждой розеткой имеется вертикальный полый шпиндель. Бобины с пряжей устанавливаются на розетки, которые заключены в особый алюминевый стакан. Здесь происходит та-

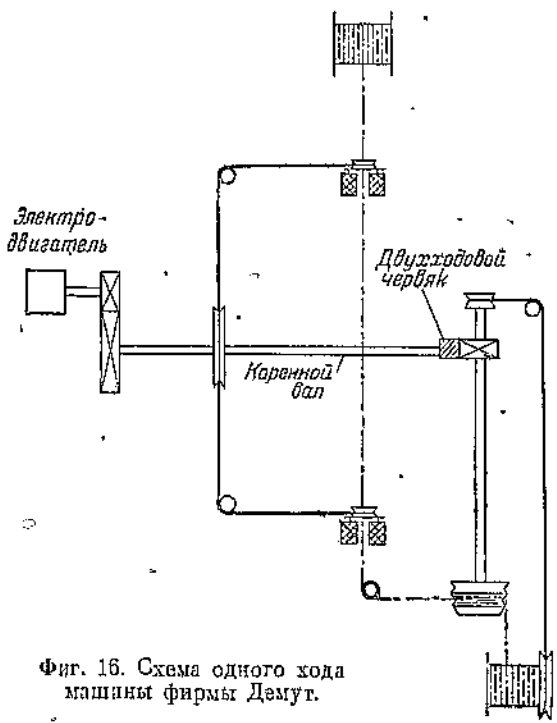
кой же процесс, какой мы описывали ранее; пряжа, выйдя из бобины, проходит через отверстия в стакане, скользит по его поверхности, и затем через особый глазок поступает к проволоке. При скольжении по стакану ленточка пряжи выравнивается, что улучшает качество обмотки. Водялки для раскладки проволоки имеют для каждого хода по отдельному червяку с нарезкой в двух направлениях.



фиг. 15. Схема машины фирмы Фротцгейм и Рудерт для средней обмотки.

Машины описываемого типа могут работать со значительными скоростями; так, число оборотов розетки достигает 3 000 в минуту, а скорость обмотки составляет от 1,5 до 3,0 м/мин.

Как видно на фиг. 15, эта машина приспособлена только для двухслойной обмотки. Для трехслойной же служат машины такой же конструкции, но обычно третья розетка этих машин остается неиспользованной,



Фиг. 16. Схема одного хода машины фирмы Демут.

ибо, как мы уже говорили, обмоточная медь с тройной обмоткой встречается в практике очень редко.

Обмоточные машины фирмы Демут. Из более старых конструкций обмоточных машин наиболее распространенными в практике наших кабельных заводов являются машины фирмы Демут.

Схема одного хода такой машины изображена на фиг. 16.

Коренной вал машины, приводимый в движение электродвигателем через шестеренную передачу, имеет для каждого хода отдельный шкив, от которого движение в свою очередь передается розеткам при помощи хлопчатобумажного шнура. Кроме того для каждого хода на валу имеется червячная передача, приводящая во вращение вал с тяговыми шайбами, расположенными в передней части машины.

Машины Демут оборудованы эксцентричными розетками. Для того

чтобы бобины не распускались и пряжа не ложилась на проволоке неравномерно, на розетке для торможения сбоку имеется пружинка. Пряжа с бобины проходит через небольшой крючок; последний при помощи находящейся в его основании пружинки натягивает пряжу с определенным усилием; пряжа обматывает проволоку, которая затем проходит через щипцы, несколько сглаживающие поверхность обмотки.

Преимуществом розеток машин Демут является то, что они снабжены автоматами, которые при обрыве ленточки пряжи останавливают данный ход. Такие машины обычно имеют до 8—10 ходов в одной станции. Раскладка проволоки на барабан производится при помощи водилок, расположенных на одном валу. Движение вала взад и вперед осуществляется посредством храповика и червячной нарезки на одном конце вала.

На описываемой машине можно обматывать проволоку диаметром от 0,5 до 2,0 мм. Число оборотов розеток у машин колеблется в пределах от 1 000 до 1 500 об/мин, а скорость обмотки составляет 1,2—3,0 м/мин.

Фирмой Демут выпущены машины для обмотки и более тонкой проволоки. В основном устройство их ничем не отличается от конструкции описанных выше машин.

Машины Демут очень часто применяются для обмотки литцендрата, причем если токопроводящая жила состоит из небольшого числа параллельно сложенных проволок, сзади машины устраиваются особые стойки с гнездами, в которые на железных осях вставляются катушки с эмальрованной проволокой (фиг. 17).

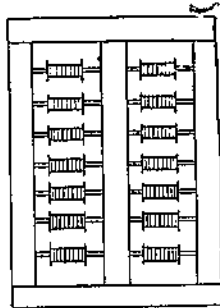
Другие конструкции машин с мягкой передачей. Коренной вал одной из таких обмоточных машин приводится в движение электродвигателем, причем этот вал несет на себе полый деревянный цилиндр диаметром 450—500 мм. От цилиндра движение передается розеткам при помощи тонких хлопчатобумажных шнурков. Вращение тяговых шайб, расположенных на осях, параллельных осям приемных барабанов, осуществляется посредством шестеренчатых передач.

В противоположность машинам Демут, у которых любой ход можно остановить выключением фрикционного сцепления, в описываемой машине могут быть остановлены только все 12—15 ходов сразу, ибо здесь нет никаких специальных приспособлений для выключения отдельных ходов. Это является большим неудобством, так как вызывает простой остальных ходов.

Сейчас эти машины у нас постепенно выходят из употребления и заменяются более современными конструкциями.

Полученная у нас обмоточная машина фирмы Краутер по своему устройству не отличается существенно от описанных машин фирмы Фротгейм и Рудерт. Единственным ее существенным преимуществом является наличие автоматов, выключающих ход в случае обрыва пряжки. Эти автоматы, которые работают вполне удовлетворительно, устроены следующим образом:

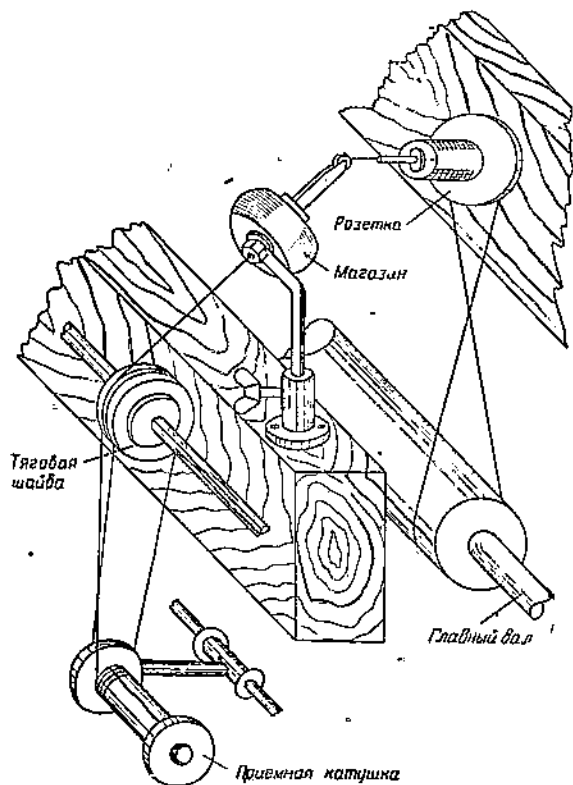
хлопчатобумажная пряжа в розетке проходит через стальную рамку, которую она удерживает своим натяжением в определенном положении.



фиг. 17. Отдающее устройство на обмоточных машинах при изготовлении литцендратов.

В случае обрыва прядки рамка отходит от своего первоначального положения, ударяет в свободный конец ленточной пружины, которая другим концом прикреплена к стержню, присоединенному к выключающему фрикциону.

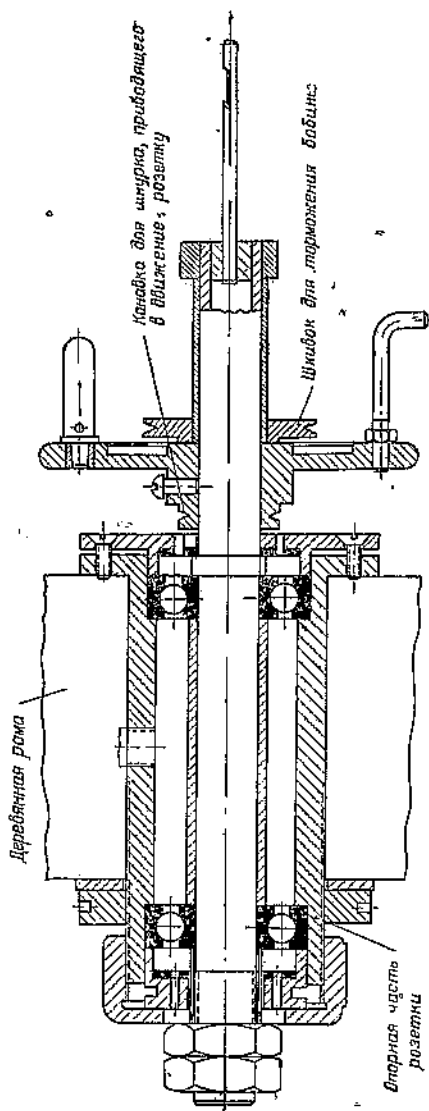
Обмоточные розетки, так же как и у машин фирмы Фротцгейм и Рудерт, имеют алюминиевые стаканы для сглаживания хлопчатобумажной прядки перед ее наложением на проволоку.



Фиг. 18. Схема обмоточной машины упрощенного типа на деревянной раме.

Натяжение прядки производится при помощи деревянного шкива, на который ставится бобина с пряжей. Торможение производится с помощью шнурка, охватывающего шкивок и натягиваемого при помощи стальной пружинки.

Машина предназначена для четырехслойной обмотки и поэтому достаточно высока в сравнении с ранее описанными конструкциями, что значительно затрудняет ее обслуживание. Выход может быть найден переоборудованием ее в две отдельные машины или путем удвоения ходов для двухслойной обмотки каждого хода.



Фиг. 19. Розетка для упрощенной конструкции обмоточной машины на деревянной раме.

Деревянные обмоточные машины упрощенного типа. При затруднениях в получении новых усовершенствованных обмоточных машин в качестве временной меры можно рекомендовать применение упрощенных обмоточных машин, смонтированных на деревянной раме. Ниже приведено описание таких машин, успешно эксплуатирующихся на одном нашем кабельном заводе. Эти машины безусловно можно рекомендовать для электромашиностроительных заводов, применяющих тонкую обмоточную медь и желающих организовать собственными силами производство или восстановление этих проводов.

На фиг. 18 приведена схема устройства такой упрощенной обмоточной машины. В основном устройство ее сводится к следующему: на солидном деревянном корпусе крепится вал с тяговыми шайбами, число которых должно соответствовать числу обмоточных ходов. Обычно на такой станине с каждой стороны можно установить по 10—15 ходов.

На той же раме крепятся стойки для запасных бобин с шелком или пряжей, что совершенно необходимо при применении центровых розеток.

На этих машинах можно применять обычные обмоточные розетки. Можно также рекомендовать конструкцию розетки, изображенную на фиг. 19. Благодаря применению шариковых подшипников эти розетки могут работать с повышенным числом оборотов. Розетки приводятся в движение не через шестеренные сцепления, а гибкими передачами—посредством шнурков от основного деревянного вала, проходящего вдоль всей машины. Тяговая шайба и приемная катушка также соеди-

женную на фиг. 19. Благодаря применению шариковых подшипников эти розетки могут работать с повышенным числом оборотов. Розетки приводятся в движение не через шестеренные сцепления, а гибкими передачами—посредством шнурков от основного деревянного вала, проходящего вдоль всей машины. Тяговая шайба и приемная катушка также соеди-

ены посредством обычного шнура. Отдающие катушки устанавливаются и верхней части машины и слегка притормаживаются для устранения лишнего сбегания проволоки с катушки.

Раскладочные устройства для простоты могут быть осуществлены в виде стержня, имеющего попеременное движение то в одну, то в другую сторону. Раскладка осуществляется крючками, сидящими на стержне против каждой приемной катушки. Описанная конструкция успешно может применяться для обмотки проволоки диаметром 0,07—0,25 мм.

Для восстановления обмотки проводов более крупных размеров можно рекомендовать изготовление на местах упрощенных конструкций горизонтальных обмоточных машин, подробно описанных ниже.

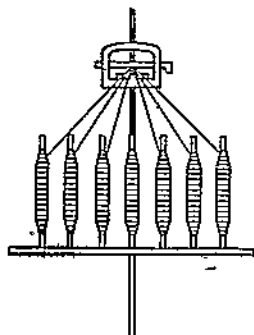
В ближайшее время на некоторых наших заводах начнут эксплуатироваться обмоточные машины американской фирмы «Вестерн Электрик» для обмотки проводов средних сечений (диаметром 0,45—1,3 мм). Каждая из этих машин имеет по шестнадцать ходов, расположенных по восемь с каждой стороны. Описываемые машины предназначены для наложения однослойной изоляции на эмалированную или голую медную проволоку, хотя судя по фирменным данным такие же машины изготавлиются и для двух- и трехслойной обмотки.

Машины оборудованы центровыми розетками, скорость вращения которых колеблется в пределах 4500 (для крупных сечений) — 6000 об/мин (для малых сечений проводов).

Обмоточная розетка помещается в стальном стаканчике, который вращается вместе с розеткой. Назначение стального стаканчика — ограждать вращающуюся бобину с направляющим крючком. Торможение бобины с пряжей производится с помощью особой тормозной гайки, которая помещается над бобиной. Для сглаживания обмотки служит специальный ниппель с треугольным вырезом. Ниппель помещается непосредственно над розеткой. Автоматом на случай обрыва пряжки машина не имеет.

Привод каждой машины осуществляется от электродвигателя мощностью 7,5 квт и напряжением 440 в. Для плавного запуска машины имеется автотрансформатор. Все рабочие шестерни и прочие трущиеся детали прекрасно обеспечены смазкой. Для этого у каждой машины имеется небольшой масляный насос, который непрерывно качает масло из особого резервуара, расположенного внизу машины, в верхний резервуар, откуда по специальным трубопроводам масло поступает ко всем трущимся деталям. Отработавшая смазка стекает в нижний резервуар. В этот же резервуар заливается новое масло. Каждый ход машины включается и выключается самостоятельно и для точного учета готовой продукции имеет счетчик длины. Перемена скорости вращения розеток производится одновременно для всей машины с помощью особого редуктора, расположенного в центре машины. С помощью кнопочного выключения машину можно быстро остановить.

Оси приемных и отдающих катушек располагают с одной стороны, причем они устанавливаются в особых гнездах, где слегка прижимаются пружинными кнопками. Таким образом установка и съем катушек производятся весьма быстро и просто.



Фиг. 20. Розетка при обмотке с початков.

Машины для обмотки с початков. Машины для обмотки проволоки крупных сечений. У этих обмоточных машин часть розеток устроена так, что на них можно производить обмотку сразу с початков. Для этого каждый ход машины оборудован тремя розетками, из которых первые две (нижняя и средняя) по конструкции весьма сходны с эксцентричными розетками машины Демут. Каждая такая розетка имеет сбоку ось, на которую насаживается бобина с пряжей, причем последняя прижимается пружинкой, сидящей на другой оси. На третьей оси укрепляются щипцы, сглаживающие проволоку после обмотки. Верхняя розетка изображена отдельно на фиг. 20. Она состоит из диска, имеющего ряд пальцев (от 14 до 16), на которые надеваются початки на сквозных патронах. Нити с отдельных початков идут вверх, подходят вплотную к шайбе, имеющей наверху ряд зубчиков, и обвивают ее один раз, причем образуется несколько ленточек, составленных из четырех-пяти нитей. Далее ленточки обвивают медную проволоку, которая затем проходит через стальные щипцы, сглаживающие ее поверхность.

Эта машина старого типа. Розетки приводятся в движение хлопчатобумажным шнурком диаметром примерно 10 мм; от такого же шнурка вращаются и приемные барабаны.

Один из основных недостатков этой машины заключается в том, что тяговая шайба, приводимая во вращение непосредственно коническими шестернями и червячной передачей, сразу получает скорость, соответствующую числу оборотов электродвигателя. Скорость же розетки в момент пуска машины несколько ниже нормальной, ибо последняя устанавливается лишь после того, как шнурок полностью натягивается и прекращается начальное трение (правда, это происходит обычно весьма быстро). Поэтому, если не предпринять каких-либо специальных мер, то каждый раз при остановке и пуске хода на протяжении нескольких сантиметров будет получаться недоброкачественная обмотка (просветы). Однако практика показывает, что к этим машинам можно приспособиться и устранить указанный недостаток, либо временно придерживая проволоку в момент пуска данного хода, тем самым уменьшая скорость ее движения, либо ускоряя рукой вращение розетки в момент пуска.

Другим существенным недостатком описанной машины является отсутствие автоматов. Поэтому качество обмотки в значительной мере зависит от тщательности работы и опытности обмотчицы. Большую роль здесь играют опыт и многолетняя практика.

На таких машинах производится обмотка проволоки диаметром от 1,5 до 3,8 мм при скорости обмотки от 1,2 до 3,8 м/мин и при числе оборотов розеток от 200 до 1 000 об/мин.

Машины типа фирмы Нигауз. На фиг. 21 приведена схема одного хода машины фирмы Нигауз для обмотки медной проволоки диаметром от 1,2 до 3,8 мм. Как видно из этой схемы, каждый ход имеет по три розетки; таким образом на этой машине можно изготовлять проволоку марки ПБТ.

Машины Нигауз оборудованы центровыми розетками, на которых помещаются бобины значительных размеров. Над каждой розеткой имеется шпиндель, на котором можно установить еще одну-две запасные бобины. Розетка приводится в движение посредством жесткой (шестеренной) передачи, что позволяет даже для таких крупных машин повысить число оборотов до 1 600 об/мин.

Так как вес вращающейся розетки достигает значительной величины и ввиду того что на краю розетки укреплены металлические стойки с крючками, сквозь которые проходит пряжа, каждая розетка закрывается особым защитным ограждением, во избежание несчастных случаев во время работы.

Отдельные ходы машины можно останавливать самостоятельно посредством особой рукоятки. Каждый ход оборудован автоматом, останавливающим его в случае обрыва пряжи.

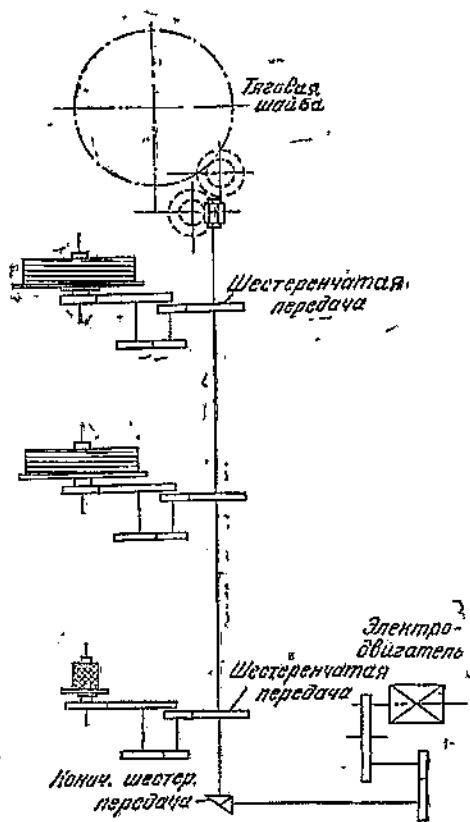
Сдаточный и приемный барабаны с голой и изолированной проволокой находятся в нижней части машины, что весьма удобно, так как вес отдельных барабанов может достигать значительной величины.

Для раскладки медной проволоки вдоль барабана у каждого хода имеется вал с червячной нарезкой в двух направлениях. Этот вал приводится в движение с небольшой скоростью посредством мягкой передачи (хлопчатобумажного канатика); при помощи входящей на валу водилки (отдельной для каждого хода) проволока раскладывается в нужном порядке.

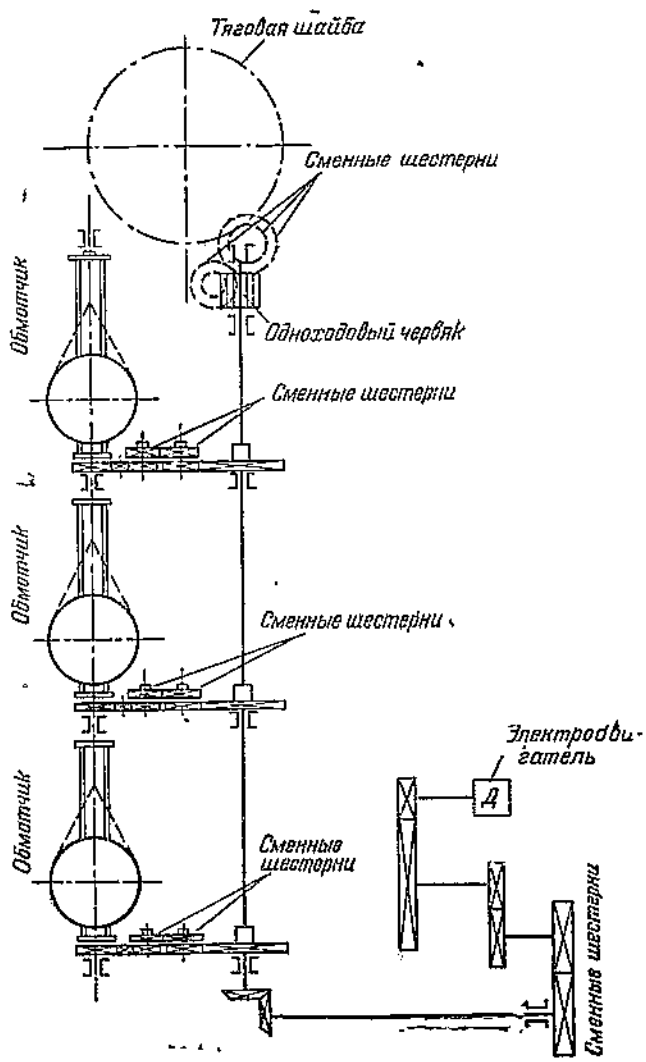
Эта машина может работать со скоростями 2,5—3,5 м/мин при числе оборотов розеток 400—1 600 об/мин.

Машины для обмотки бумагой. На фиг. 22 изображена схема машины завода им. Маленкова и фирмы Ниггауз, предназначенной для наложения изоляции из телефонной и кабельной бумаги. При обмотке медную проволоку диаметром 1,2—4,0 мм. В основном эта машина очень сходна

с описанной выше, однако существенным отличием ее является прежде всего устройство розеток. Розетка (фиг. 23) состоит из железной рамки, сбоку которой имеются двойные тарелки, служащие для приема роликов с кабельной или телефонной бумагой. При обмотке бумага сходит с роликов, проходит по дополнительным направляющим роликам и, прижимаясь к двум железным стержням с помощью стальной пружинки, обвивает медную проволоку. Так как у каждой розетки можно одновременно установить два ролика с кабельной или телефонной бумагой, то



Фиг. 21. Схема одного хода машины фирмы Ниггауз для обмотки хлопчатобумажной пряжей.

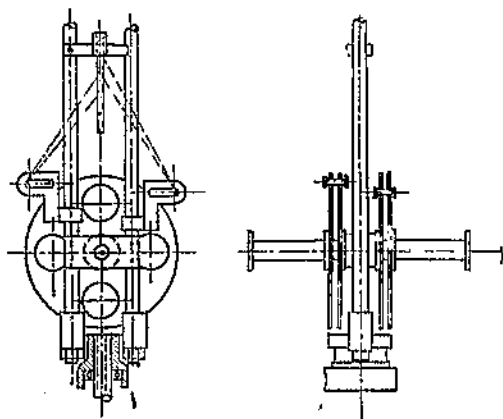


Фиг. 22. Схема одного хода машины для обмотки кабельной бумагой.

такие розетки значительно лучше уравновешены, чем все остальные. Это обстоятельство способствует более равномерному ходу машины и позволяет повысить скорость.

Если требуется на такой машине производить обмотку не кабельной бумагой, а пряжей, то початки с ней устанавливают также с двух сторон на специально приспособленных для этого обмоточных осях. Но надо отметить, что эти машины приспособлены главным образом для обмотки проводов кабельной или телефонной бумагой, для обмотки же пряжей они нормально не применяются.

Описываемые машины оборудованы автоматами, которые останавливают каждый данный ход, как только натяжение бумаги почему-либо ослабнет (от обрыва или другой причины).



Фиг. 23. Розетка для обмотки кабельной бумагой.

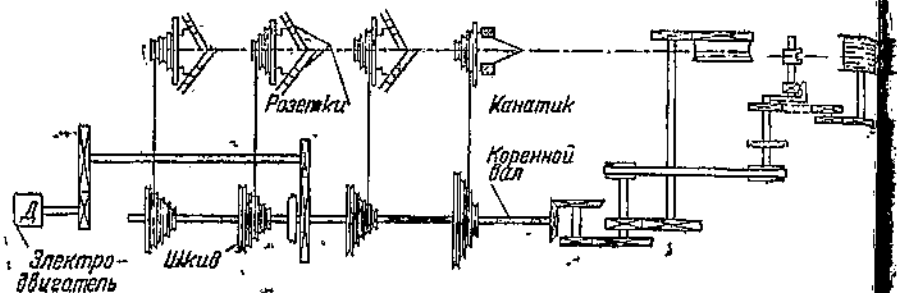
Розетки приводятся в движение с помощью шестеренной передачи, а приемные барабаны и валы раскладок — посредством цепной. Каждый ход имеет самостоятельное включение.

Скорость обмотки на таких машинах может изменяться в значительных пределах от 2,5 до 25 м/мин при числе оборотов розетки от 200 до 800 об/мин. На наших заводах эти машины работают обычно со скоростями от 2,8 до 10,5 м/мин.

Новейшие обмоточные машины имеют сложную кинематическую схему и ряд приспособлений, облегчающих обслуживание их во время эксплуатации и улучшающих качество обмотки. Одна из таких машин американской фирмы АМСО (Аймко) установлена на одном нашем заводе. Эта машина в отличие от других вышеописанных машин имеет solidную раму, что придает всей конструкции значительно большую устойчивость. Каждый ход машины оборудован двумя электродвигателями. Один приводит в движение обматывающие головки, тяговую шайбу, приемное устройство и т. п., а второй — устройство для очистки проволочки от медной пыли и прочих загрязнений. Это устройство состоит из двух круглых щеток со стальными иглами. Каждый ход машины пускается и останавливается с помощью специального кнопочного уст-

ройства. Дополнительные приспособления, так называемые варнаторы, дают возможность плавной регулировки скорости обмотки. Машина имеет надежно работающие электрические автоматы, быстро останавливающие машину в случае обрыва ленточки бумаги. Этот автомат устроен следующим образом. В розетке имеется изолированный от станины валик, который от натяжения пряжки находится в определенном положении. В случае обрыва или схода пряжки этот валик опускается и, прикасаясь к другому контакту, замыкает цепь электромагнита, останавливающего этот ход. На каждом ходу имеются два счетчика, из которых один регистрирует общую выработку, а другой устанавливается на определенную длину, после выработки которой ход останавливается.

В производстве обмоточной меди очень часто требуется несколько подать назад обматываемую проволоку. На данной машине это осуществляется путем выключения тяговой шайбы от всего устройства обмо-



Фиг. 24. Схема одного хода горизонтальной обмоточной машины.

точной машины, после чего вращение ее производится очень легко. Единственным неудобством этой машины является значительная ее высота, а также расположение приемных барабанов на расстоянии около 1 м от пола, что вносит некоторые осложнения при обслуживании этой машины, заставляя при съеме барабана пользоваться подъемными устройствами.

Машина предназначена для обмотки четырьмя лентами кабельной или телефонной бумаги. Скорость ее около 6 м/мин.

Устройство обмотчиков напоминает описанные выше обмотчики для наложения бумажной изоляции машины фирмы Нингауз. Как одно из достоинств описываемой машины должна быть отмечена ее бесшумная работа, что выгодно выделяет эту машину среди всего остального оборудования обмоточных цехов.

Качество наложения изоляции у машин АМСО безукоризненно. Препятствием к широкому распространению этих машин являются высокая стоимость и сложность устройства агрегата в целом, затрудняющая его ремонт.

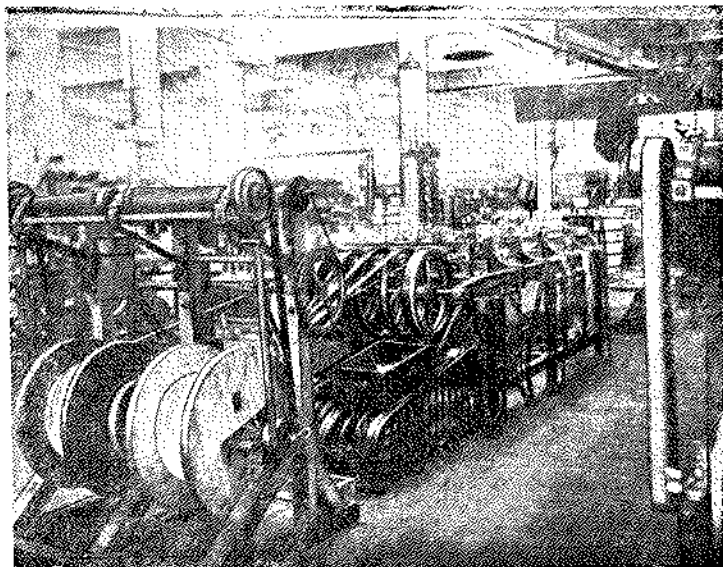
Горизонтальные обмоточные машины. Горизонтальные обмоточные машины служат для обмотки круглой и прямоугольной медной проволоки крупного сечения, которая изолируется кабельной или телефонной бумагой и предназначена для изготовления обмоток трансформаторов. Кроме того на горизонтальных машинах можно производить также изоляцию

проволоки хлопчатобумажной кржей, причем машины, служащие для этой цели, отличаются лишь устройством розеток.

Рассмотрим конструкции наиболее распространенных у нас горизонтальных машин.

Раньше эти машины ввозились к нам из-за границы. В настоящее же время они изготавливаются в СССР. Обычно эти машины делаются двухходовыми.

На фиг. 24 приведена схема одного хода такой машины. Электродвигатель через шестеренную передачу приводит в движение коренной



Фиг. 25. Горизонтальная обмоточная машина.

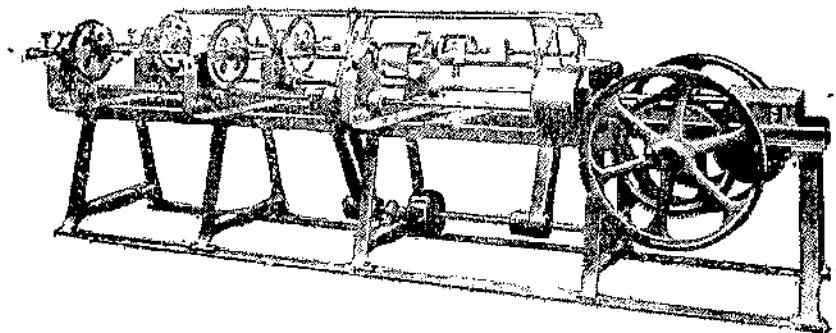
вал, расположенный в нижней части машины под станиной (всего имеется два вала — по одному на каждый ход). На вал насажены ступенчатые шкивы, число которых соответствует числу розеток (фиг. 24). Движение от коренного вала к розеткам передается хлопчатобумажными канатиками. Розетка снабжена металлическим конусом, на поверхности которого имеется ряд углублений, в одно из которых входит хлопчатобумажный канатик. Благодаря такому устройству в определенных пределах можно менять число оборотов розеток. Ролики с кабельной бумагой укрепляются на металлических держателях, плотно прикрепленных к вращающейся розетке.

Количество розеток на машине составляет от трех до пяти; так как каждая из розеток имеет по два ролика, то можно одновременно накладывать на проволоку от шести до восьми—десяти слоев бумаги; для нормальной продукции этого обычно вполне достаточно.

Голую проволоку в бухтах помещают на деревянные конуса. Прежде чем проволока подойдет к розетке, она проходит через деревянные калибры, которые ее несколько выпрямляют и устраняют имеющиеся заусенцы и острые выступы.

В большинстве случаев для крупных сечений идет обмоточная медь марки ПББО, т. е. такая, у которой поверх изоляции из кабельной бумаги наложена вразгон (с просветом) обмотка из хлопчатобумажной пряжи. Для обмотки пряжей применяются эксцентричные розетки, весьма сходные по конструкции с эксцентричными розетками описанных выше обмоточных машин.

Изолированная проволока поступает на тяговую шайбу диаметром 0,4—1,0 м; затем при помощи водилок проволока раскладывается на приемные барабаны.



Фиг. 26. Горизонтальная обмоточная машина с центровой розеткой.

Каждый ход этой машины можно включать самостоятельно.

На описанной машине производится исключительно обмотка меди крупного сечения. На горизонтальных машинах, приспособленных для более мелких сечений, производится обмотка проволоки, главным образом хлопчатобумажной пряжей. В настоящее время на таких машинах одна работница обслуживает четыре хода.

На фиг. 25 изображена одна из таких машин горизонтального типа для обмотки проволоки пряжей и кабельной бумагой. Устройство ее в основном сходно с устройством описанной выше машины. Нужно только указать, что у этой машины не два, а один козьяный вал, на котором насажен ряд шкивов, от которых движение хлопчатобумажными канатками передается розеткам обоих ходов машины.

Скорость обмотки на горизонтальных машинах зависит от типа обмотки и от конструкции машины. Обычно скорость колеблется в пределах 2,7—7,0 м/мин при числе оборотов розетки от 200 до 1400 в мин.

Изменение скорости вращения приемного барабана достигается скольжением ремня, передающего движение от тяговой шайбы к шкиву, находящемуся рядом с приемным барабаном.

Раскладочное устройство у этих машин имеет довольно сложную схему, работает неудовлетворительно и требует реконструкции.

Горизонтальные обмоточные машины с центральной розеткой. Конструкции горизонтально-обмоточных машин можно резко улучшить применением центральных розеток с жестким приводом. В этом случае устраняется ряд дефектов обмотки, указанных выше; кроме того становится возможным повысить производительность этих машин.

Поэтому большой интерес вызывает машина такой конструкции фирмы Фротцгейм и Рудерт, изображенная на фиг. 26. Машина, так же как и все наши горизонтальные обмоточные машины, имеет два хода и может давать обмотку в три слоя кабельной бумагой, целлофаном или хлопчатобумажной пряжей, а также трехслойную изоляцию из этих материалов в любой комбинации, путем соответствующих перестановок розеток.

Последние имеют жесткий привод, что обеспечивает надежное качество обмотки. Эти машины предназначаются для обмотки прямоугольной проволоки с размером сторон 2—6 мм, а также круглой проволоки соответствующего сечения. Число оборотов розеток при обмотке хлопчатобумажной пряжей может доходить до 2 500 об/мин и при обмотке бумагой—до 550 об/мин.

Машина оборудована очень удобным приемным и сдаточным устройствами, с конструктивным выполнением которых можно ознакомиться на фиг. 42. Это устройство позволяет очень быстро поворотом рукоятки устанавливать барабаны с проволокой, подлежащей обмотке, и снимать их после наложения изоляции.

17. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБМОТКИ

Технологический процесс обмотки очень прост и состоит в том, что голая медная проволока, сойдя со сдаточного барабана с определенной скоростью, проходит через центр розетки и вследствие вращения последней непрерывно обматывается ленточкой строченной пряжи, после чего поступает в приемное устройство и навивается на приемную катушку или барабан. Если требуется наложить двухслойную или трехслойную обмотку, то это осуществляется на той же машине, для чего предусматривается второй, а иногда и третий ряд розеток.

При двухслойной обмотке направления обоих слоев должны быть непременно противоположны. В случае трехслойной обмотки первый и третий слои имеют одно направление, а средний — обратное.

Как только на какой-либо из бобин закончится пряжа, ее заменяют другой, причём у центральных розеток используют следующие запасные бобины. Пустую гильзу легко снять с машины благодаря имеющейся в ее стенке специальной прорези.

Катушку или барабан с готовой намотанной проволокой снимают с машины; при этом некоторая часть тонкой проволоки в той же таре может быть сразу направлена в контроль и упаковку, а затем — заказчику. Другая часть обмоточной меди после обмотки поступает в перемотку на специальную тару, причём в процессе такой перемотки одновременно производится ее внешний осмотр и контроль качества.

Основными элементами, характеризующими технологический процесс обмотки, являются:

- а) число оборотов розетки;
- б) шаг обмотки;
- в) скорость обмотки;
- г) толщина изоляции (обмотки).

Так как все эти элементы имеют в обмоточном деле очень большое значение, то мы остановимся на них несколько подробнее.

Число оборотов розетки у отдельных машин, как мы видели, колеблется в значительных пределах. Так, у горизонтальных машин, обматывающих толстую медь, скорость вращения розеток не превышает 300 об/мин, в то время как в новейших конструкциях обмоточных машин фирм Вестерн. Электрик и др. эта скорость при обмотке тонкой проволоки может достигать до 10 000 об/мин.

Понятие о шаге было дано выше. Здесь мы только напомним, что шагом называется та длина проволоки, которая обматывается за один оборот розетки.

Скорость обмотки есть то расстояние в метрах, которое обматывается на машине в течение 1 мин.

Нетрудно заключить, что между тремя перечисленными величинами существует следующее основное соотношение: скорость обмотки, выраженная в метрах в минуту, равна шагу обмотки в миллиметрах, умноженному на число оборотов розетки в минуту и разделенному на 1 000.

Математически это можно выразить так:

$$v = \frac{h \cdot n}{1\,000},$$

где v —скорость обмотки в м/мин;
 n —число оборотов розетки в минуту;
 h —шаг обмотки в мм.

Пример. Допустим, что розетка машины фирмы Кнефель, обматывающая медную проволоку диаметром 0,15 мм, делает 4 000 об/мин; при этом шаг обмотки составляет 0,8 мм. Тогда скорость обмотки составит

$$v = \frac{4\,000 \cdot 0,8}{1\,000} = 3,2 \text{ м/мин.}$$

Если известны скорость обмотки и число оборотов розетки, то шаг в этом случае будет равен скорости в м/мин, умноженной на 1 000 и разделенной на число оборотов в минуту.

Математически это выражается следующим образом:

$$h = \frac{v \cdot 1\,000}{n},$$

где v , h и n —указанные выше величины.

Пример. Скорость обмотки машины фирмы Фротцгейм и Рудерт, обматывающей проволоку, равна 3,6 м/мин, а число оборотов розетки—3 000 в минуту; в этом случае шаг обмотки составит

$$h = \frac{3,6 \cdot 1\,000}{3\,000} = 1,2 \text{ мм.}$$

Наконец, если известны скорость и шаг обмотки, то число оборотов розетки можно вычислить, умножив скорость обмотки в метрах на 1 000 и разделив эту величину на шаг, выраженный в миллиметрах,

Математически это выразится так:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{h}$$

Пример. Машина фирмы Кнефель имеет скорость обмотки 4,2 м/мин и шаг обмотки—1,2 мм; следовательно, число оборотов розетки составит

$$n = \frac{4,2 \cdot 1000}{1,2} = 3500 \text{ об/мин.}$$

Скорость обмотки можно измерить следующим образом: на каждой обмоточной машине, как мы знаем, имеется тяговая шайба, которую обматываемая проволока охватывает несколько раз; длина окружности этой шайбы равна ее диаметру, умноженному на величину 3,14. Например, если диаметр шайбы в том месте, где ее охватывает обмотанная проволока, равен, скажем, 200 мм, то длина окружности в этом месте шайбы составит $3,14 \cdot 200 = 628$ мм, или 0,628 м. Если диаметр шайбы больше, то соответственно больше будет и длина ее окружности. Если теперь посредством секундомера или часов с секундной стрелкой определить, сколько оборотов в минуту делает тяговая шайба, то, умножив длину окружности на полученное число оборотов, мы получим скорость обмотки, и эта величина будет почти точно соответствовать скорости прохождения обматываемой проволоки.

Если диаметр тяговой шайбы равен D мм, а число оборотов тяговой шайбы n' об/мин, то скорость обмотки в миллиметрах составит

$$v = 3,14 \cdot D \cdot n' \text{ мм/мин.}$$

Для определения скорости обмотки в метрах (что обычно принято для удобства расчетов) приведенную формулу нужно разделить на 1000; в этом случае она приобретает вид:

$$v = \frac{3,14 \cdot D \cdot n'}{1000} \text{ м/мин.}$$

Число оборотов в минуту тяговой шайбы обычно не является целым числом, и поэтому определение этой величины производят так: отмечают время t сек., в течение которого шайба делает определенное количество оборотов, например K оборотов (где K может составлять 5, 10, 15 и т. д.). Тогда число оборотов тяговой шайбы в минуту составит:

$$n' = \frac{K}{t} \cdot 60 \text{ об/мин.}$$

Пример. Допустим, что тяговая шайба сделала 10 оборотов в течение 80 сек.; в этом случае число оборотов шайбы в минуту составит:

$$n' = \frac{10}{80} \cdot 60 = 7,5 \text{ об/мин.}$$

Число оборотов в минуту розетки можно вычислить из соотношения шестеренных передач, если розетки имеют жесткий привод.

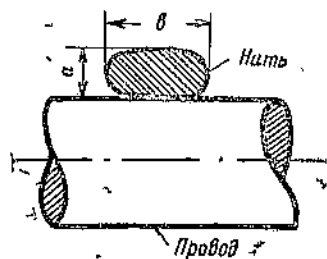
Проще всего число оборотов розетки определять счетчиком оборотов.

Шаг обмотки легче всего вычислить, отмерив небольшую длину на обмотанной проволоке и отсчитав число витков пряжи, которое помещается на этой длине.

Пример. Пусть мы отмерили расстояние в 50 мм, причем, рассмотрев обмотку, мы убедились, что на этом расстоянии укладывается 25 витков; в этом случае шаг обмотки будет равен

$$h = \frac{50}{25} = 2 \text{ мм.}$$

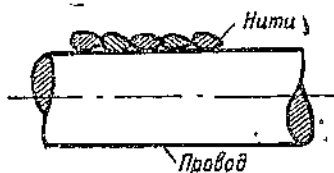
Шаг обмотки обычно твердо регламентируется соответствующими производственными инструкциями и выбирается оптимальным, с учетом диаметра обматываемого провода, необходимой прочности обмотки, номера и качества пряжи, особенностей конструкции обмоточной машины и т. д.



Фиг. 27. Расплющивание пряжи на проводе.



Фиг. 28. Деформация пряжи на проводе при большом числе ниток в прядке.



Фиг. 29. Нормальное положение пряжи на проводе.

Новейшие обмоточные машины АМСО, Краутер, Фротигейм и Рудерт и др. обычно снабжены для каждого хода индивидуальным счетчиком, помощью которого можно всегда узнать выработку в метрах хода в течение определенного промежутка времени (например за одну смену, за час и т. д.).

Наличие этих счетчиков облегчает эксплуатацию обмоточных машин, так как при их отсутствии для определения длины выпущенной продукции приходится взвешивать обмотанную проволоку и по весу вычислять ее длину, причем такие кропотливые подсчеты часто не обходятся без ошибок. Поэтому крайне желательно, чтобы такие счетчики были установлены на всех машинах.

Коснемся кратко вопроса выбора номера пряжи и количества нитей в прядке. В состоянии поставки хлопчатобумажная нить имеет круглое сечение. Когда нить накладывается на провод, то благодаря торможению бобины она натягивается и прижимается к проводу. Кроме того на нить давит гладилка розетки. Поэтому на проводе нить теряет свою круглую форму, несколько расплющивается и приобретает форму эллипса (фиг. 27). Расплющивание зависит от силы натяжения нити, а также от того, насколько туго скручена сама нить в процессе прядения. Нить с большим

числом круток на метр будет расплющиваться меньше и наоборот. Кроме того величина расплющивания в очень большой степени зависит от числа нитей в прядке. Если в прядке слишком много нитей, то по ширине прядки на долю каждой нити приходится меньше места. Вследствие этого, лежащие на проводе средние нити будут сжаты с боков, что вызовет увеличение толщины обмотки (фиг. 28). наилучшим способом наложения нитей на провод будет такой, когда нити свободно, но совершенно без просветов соприкасались бы между собой, не сдавливая одна

другую. В этом случае они расплющатся настолько, насколько это возможно, не мешая одна другой (фиг. 29). Кроме того расплющивание зависит от шага обмотки, от качества киппеля и гладилки. С увеличением шага расплющивание обычно уменьшается.

Чем больше будет расплющивание нити, тем более низкий номер пряжи можно применить для получения заданной толщины изоляции.

Так как условия, создающие расплющивание, непостоянны, то при одном и том же номере пряжи толщина изоляции провода может получаться различной.

В табл. 11 приведены приблизительные средние значения толщины изоляции для различных номеров пряжи.

Таблица 11

Номер пряжи	54	95	100	134	170	200	240
Среднее значение толщины слоев в мм	0,105	0,085	0,077	0,067	0,056	0,052	0,048

На основании этой таблицы можно предварительно подобрать номер пряжи, после чего необходимо тщательной проверкой на машине определить действительную толщину изоляции. О толщине изоляции при различных номерах шелка указывалось ранее.

Количество нитей в пряжке должно быть достаточным для покрытия всей поверхности провода. Если в зависимости от установленного шага обмотки ширина пряжки должна быть B мм, а ширина отдельной сплющенной нити b , то число нитей в пряжке K должно быть равным $K = B : b$. Примерная ширина отдельной нити, когда она на проводе расплющена, но не сдавлена с боков, приведена в табл. 12.

Таблица 12

Номер пряжи	54	85	100	134	170	200	240
Ширина нити в мм	0,185	0,147	0,136	0,119	0,100	0,091	0,083

Отсюда, зная ширину пряжки, очень нетрудно определить количество нитей, из которых она должна состоять. Само собою разумеется, что после такого определения необходима самая тщательная проверка на обмоточной машине.

Качество обмотки оказывает огромное влияние на качество готовой продукции. Так, хорошей по качеству обмотки можно добиться на машинах фирмы Фротцгейм и Рудерт, в которых алюминиевые стаканчики разглаживают поступающие ленточки хлопчатобумажной пряжи.

Однако на наших кабельных заводах эти стаканчики не всегда используются надлежащим образом. Поэтому одним из основных правил эксплуатации обмоточных машин Фротцгейм и Рудерт является наладка работы строго по производственной инструкции — с проведением ленточки по стаканчику. Новейшие машины этой фирмы, предназначенные для обмотки тонкой проволоки, также дают возможности улучшения качества

обмотки, так как установка розеток на шариковых подшипниках сообщает им большую легкость и равномерность хода. Хорошее качество можно обеспечить и на других обмоточных машинах.

Существенным фактором, влияющим на качество обмоточной меди, является число концов на отдельной катушке. До последнего времени этот вопрос, как мы уже говорили, является одним из неразрешенных, что причиняет много неприятностей поставщикам и потребителям. Большое число концов в одной и той же катушке неизбежно связано с большим количеством отходов. Зачастую такую обмоточную медь просто невозможно бывает использовать по назначению. Поэтому исключительно важным является освоение отдельными заводами следующего мероприятия: выработка обмоточной меди сразу на ту тару, в которой она поступает заказчику. В этом случае приходится обращать особое внимание на работу водилок и раскладочных устройств. Последние должны действовать безупречно, ибо если намотка будет недоброкачественной, то проволока легко может спутаться и дать обрывы при перемотке у потребителя, тем более что тонкая мягкая медная проволока обладает сравнительно небольшой прочностью на разрыв.

Существенное мероприятие можно провести и на горизонтальных обмоточных машинах, на которых обычно обматывается ответственной вид обмоточной меди — фасонная медная проволока как с хлопчатобумажной изоляцией, так и с изоляцией из телефонной и кабельной бумаги. Дело в том, что в производстве изоляции последних двух типов имеется крупный недостаток: обмотчики с кабельной бумагой и с пряжей не имеют автоматов; если одна или несколько бумажных лент оборвутся, то машина будет продолжать работать дальше. Между тем, обрыв кабельной ленты и пропуск ее на некотором расстоянии значительно понижает электрическую прочность изоляции, что совершенно недопустимо. Этот дефект можно устранить устройством упомянутых автоматов.

Для хорошего наложения изоляции из кабельной или телефонной бумаги необходимо, чтобы натяжение бумажной ленты было все время одинаковым, а сама лента занимала неизменно одно и то же положение. Однако многие горизонтальные машины, установленные на наших кабельных заводах, этого не позволяют. Объясняется это тем, что по мере схода бумаги с ролика диаметр последнего уменьшается, и бумага изменяет свое положение. В этом легко убедиться, рассматривая фиг. 30, из которой видно, что по прошествии некоторого времени бумажная лента из положения АВ переходит в положение A_1B_1 .

В кабельном производстве указанный дефект устраняется применением так называемых тангенциальных и им подобных обмотчиков.

В существующих обмоточных машинах, не имея в основном их конструкции, можно устранить сдвиг бумажных лент добавлением лишь направляющего ролика или крючка, как это показано на фиг. 31.

В этом случае изменение диаметра бумажного ролика, как в этом нетрудно убедиться из фиг. 31, не отражается на положении бумажных лент на проводе, которое остается неизменным.

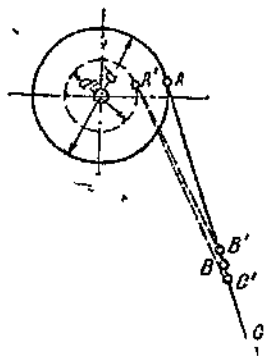
Когда производится обмотка прямоугольной медной проволоки, то голая медь обычно идет с бухт, которые надеваются на барабаны («фигурки»), при этом бывают случаи (так как работница следит не за одним, а за несколькими ходами), когда медная проволока в бухтах путается и тянет к машине с барабана всю бухту. Если во-время не остановить хода, то брак неизбежен. Чтобы устранить это ненормальное явление, можно установить такие автоматы, которые при спутывании и затяжке медной проволоки будут немедленно выключать ход машины. Автоматы

эти могут быть электрические и механические. Установка и эксплуатация таких автоматов показала вполне надежную их работу.

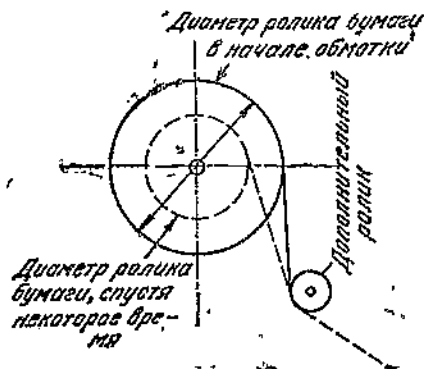
В заключение надо заметить, что у горизонтальных машин розетки имеют горизонтальные же оси, а бобины расположены на них эксцентрично (причем вес таких бобин значительно больше, чем, например, вес бобин у описанных машин Демут); отсюда ясно, что неравномерность хода розеток горизонтальных машин значительно больше, чем других.

Одним из мероприятий, улучшающих работу розеток горизонтальных машин, является перевод их на шариковые подшипники.

Обеспечение горизонтальных машин надлежащими подъемными устройствами облегчает труд работниц и повышает его производительность, так как у этих машин вес барабанов с готовой медью обычно велик.



Фиг. 30. Схема простого обмотчика.



Фиг. 31. Схема обмотчика с направляющим роликом.

В особенности наличие подъемных приспособлений (небольшого крана или кошки вдоль горизонтальных машин) необходимо у отдающих барабанов, так как надевание на них бухт вручную весьма обременяет труд работниц.

Петление проволоки и способы его устранения. Изоляция обмоточной меди из натурального шелка имеет существенный недостаток, именно: при обмотке в один слой голдой или тонкой эмалированной проволоки (марки ПШО и ПЭШО), диаметром 0,1—0,19 мм, последние часто получают осевую закрутку, которая впоследствии, при перемотке проволоки с катушек в процессе изготовления секций электрических машин, вызывает образование петель, так называемых «восьмерок». Это явление крайне затрудняет изготовление секций, а иногда делает его совершенно невозможным, ибо, во-первых, затрудняется укладка таких секций в пазы, а во-вторых, при выпрямлении секций на проводах появляются «барашки» и крутые изгибы, отчего такая секция становится непригодной к употреблению.

Проведенными исследованиями установлено, что петление происходит от затяжки провода шелковой ленточкой (прядью).

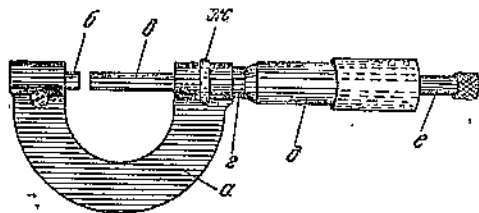
Существует несколько способов устранения петления. Положительные результаты может дать предварительная открутка провода в сторону, противоположную закрутке шелковой ленточкой.

Эту открутку желательно производить до обмотки шелком путем установки специального откручивающего устройства, в котором катушка с проволокой вращалась бы с определенным числом оборотов в минуту. Устранения «восьмерки» можно добиться, если произвести обмотку провода на нижней розетке и пропускать обмотанный провод через щипцы верхней розетки, вращающейся в противоположную сторону по сравнению с нижней розеткой.

Однако наиболее простым и эффективным мероприятием следует признать увеличение шага и угла обмотки, так как в этом случае горизонтальная составляющая силы, которая вызывает закручивание, уменьшается. При этом также целесообразно производить обмотку на нижней розетке и пропускать обмотанный провод через гладилку или щипцы верхней розетки, вращающейся в противоположную сторону.

18. ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБМОТОЧНЫХ МАШИН

Подготовка машины к работе. Подготавливая машину к производству, надо прежде всего установить, какую проволоку требуется изолировать (т. е. каковы размеры проволоки, система обмотки и изолирующий материал). Проверка диаметра проволоки обычно производится при помощи двухоборотного микрометра, у которого каждые два оборота микрометрического винта соответствуют 1 мм (фиг. 32).



Фиг. 32. Микрометр.

Окружность — вращающейся обоймы у микрометрического винта разделена на 50 делений и каждое деление равно 0,01 мм. При измерении нужно зажимать провод с определенным усилием, так как если зажать провод слишком сильно, то произойдет смятие измеряемой проволоки, вследствие чего микрометр покажет

неправильную величину. С другой стороны, если микрометрический винт будет слишком слабо прикасаться к измеряемой проволоке, то мы получим толщину больше действительной.

Поэтому в современных микрометрах всегда устраняется дополнительное автоматическое приспособление, которое позволяет производить нажим с определенной силой. Это достигается посредством дополнительного вращающегося винта, так называемой трещетки, расположенной на конце микрометра.

При пользовании микрометром измеряемую проволоку помещают в пространстве между упором б и микрометрическим винтом в и, подвинтив его рукой до самого легкого соприкосновения с измеряемой проволокой, дальнейшее вращение производят с помощью заднего винта е.

Перед измерением всегда нужно убедиться, что микрометр стоит на нуле, т. е. при вплотную сдвинутом трещеткой микрометрическом винте в нуль шкалы должен совпадать с продольной черточкой, находящейся на неподвижной обойме микрометрического винта. Если микрометр не стоит на нуле, то его нужно соответственно установить посредством установочного винта.

Затем надо посмотреть, в каком состоянии находятся стойки для слаточных и приемных барабанов, иначе может получиться неправильная

намотка. Наконец, необходимо проверить, правильно ли поставлены соответствующие сменные шестерни. При осмотре нужно руководствоваться соответствующей таблицей из производственной конструкции, которая, как правило, должна быть вывешена возле машины. В случае обнаружения каких-либо дефектов, необходимо немедленно сообщить об этом бригадире для принятия соответствующих мер.

Перед пуском машины надо внимательно убедиться, что все ее детали надлежащим образом смазаны и укреплены и что нет абсолютно никаких неполадок, могущих вызвать порчу машины во время работы.

При двухслойной обмотке розетки должны вращаться в разные стороны. Работница должна проверить направление их вращения.

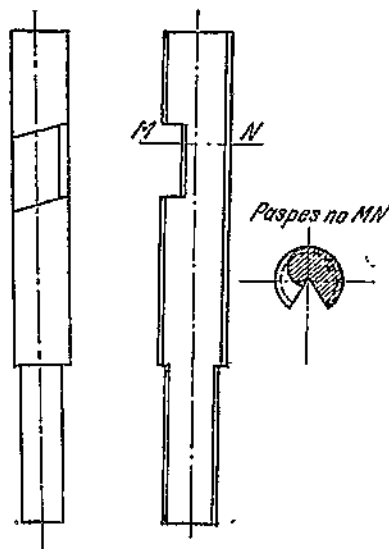
Если розетки приводятся в движение посредством супоней, хлопчатобумажных шнурков или канатиков, необходимо проверить их натяжение, которое не должно быть слабым.

Заправка машины. Получив заказ на обмотку той или иной марки меди и проверив размеры голой меди, работница должна приготовить в достаточном количестве пряжу нужных сортов; при выборе номера пряжи и количества нитей в одной ленточке надлежит также руководствоваться таблицей из производственной инструкции для той или иной машины.

Далее устанавливают бобины с пряжей на розетки, причем если розетки данной машины центровые, то одновременно нужно установить на специальных шпинделях определенное количество запасных бобин. Затем пропускают конец проволоки с барабана через шпильцы розетки на тяговую шайбу и проверяют натяжение пружины, которая должна слегка давить на бобину; при этом ленточка строченной пряжи не должна легко сходить с бобины. Если для торможения бобины служит особый шпурок, охватывающий маленький шкивок внизу бобины, то необходимо надлежащим образом отрегулировать натяжение этого шпура. Если розетка имеет автоматическую остановку (машины фирм Демут, Нингауз, АМСО, Краутер и др.), то ленточку нужно пропустить сквозь крючок автомата и закрепить на проволоке. В обмоточных машинах для тонкой обмотки часто применяются специальные ниппели (фиг. 33) для направления нитей и сглаживания обмотки. В этом случае пряжу нужно пропустить через ниппель в точном соответствии с указаниями производственных инструкций.

После этого надлежит проверить состояние щипцов, причем нужно так отрегулировать последние, чтобы они, сглаживая поверхность обматываемой меди, все же не слишком туго зажимали провод, иначе это вызовет брак.

Когда машина таким образом заправлена, работница несколько раз поворачивает тяговую шайбу, затем для пробы включает ход и снова останавливает его; проверив далее микрометром наружный диаметр обмо-



Фиг. 33. Ниппель.

танной проволоки и убедившись в надлежащем качестве поверхности обмотки, работница может пустить данный ход в работу.

Уход за машиной. В процессе работы на обмоточной машине работница должна выполнять следующие обязанности:

1) следить за тем, чтобы накладываемая на проволоку обмотка строго соответствовала установленным размерам;

2) следить, чтобы в обмотке не было просветов, сдиров, шероховатостей и чтобы вся изоляция была равномерной; обмотка должна иметь красивый внешний вид; плотная намотка зависит от правильного подбора пряжи, а также от состояния и тщательной регулировки розеток, поэтому наблюдению за работой последних необходимо уделять большое внимание;

3) не менее трех раз в смену проверять микрометром у каждого хода машины диаметр обматываемой проволоки, так как иногда бывает, что размеры проволоки, поступающей с одного и того же барабана, в начале правильные, внезапно начинают выходить из допустимых пределов вследствие изменения диаметра голой проволоки или из-за каких-либо дефектов в трещеной пряже;

4) по загоднении приемного барабана обмотанной проволокой остановить данный ход, снять барабан и прикрепить к нему соответствующий ярлык с указанием номера работницы, номера обмоточной машины, размера и марки обмотанной проволоки.

Состояние обмоточных машин очень резко отражается на качестве обмотки меди, поэтому за ними должен быть надлежащий уход. Это вызывается, кроме того, и высокой стоимостью обмоточных машин. Небрежный уход может вызвать повышенный износ и преждевременный выход из строя той или иной машины.

Во время работы работница должна следить еще за тем, чтобы машина была все время чиста. Для этого машину нужно периодически протирать, не допуская появления на станине масла, пыли и пуха от пряжи в значительном количестве.

Так как большинство розеток обмоточных машин вращается с большой скоростью, то дефекты в подшипниках этих розеток могут очень скоро привести к нагреву и надолго вывести из строя данный ход. Поэтому необходимо внимательно следить, чтобы все основные трудящиеся части и подшипники розеток во время смазывались. Если в работе машины замечается какая-либо ненормальность, то об этом нужно немедленно сообщать бригадирю или дежурному слесарю.

Приемка и сдача смены. Приемку смены следует начать с тщательного осмотра машины. В случае обнаружения каких-либо дефектов необходимо сообщить об этом бригадирю. То же самое относится к наличию у машины нужных материалов. Если количество этих материалов недостаточно, то об этом необходимо немедленно сообщить бригадирю. Все недостатки в приемке и сдаче смен надо записывать в специальной тетради — для каждой машины отдельно; при этом следует обращать особое внимание на то, чтобы обо всех дефектах, обнаруживаемых во время работы какой-либо смены, немедленно доводилось до сведения бригадира и дежурного ремонтного слесаря. Нужно всячески бороться с такими явлениями, когда тот или иной серьезный дефект в машине обнаруживается лишь во время сдачи смены или вовсе проходит незамеченным. Для обмоточных машин, имеющих сложное и тонкое устройство, требующее исключительно внимательного и осторожного обращения, указанное выше обстоятельство особенно важно.

Предупреждение брака. Основными видами брака в обмоточном производстве обычно являются просветы и утолщения в изоляции. При наличии просветов работница должна проверить натяжение сулоной, если работа ведется на машинах с мягкой передачей. Помимо этого необходимо проверить номер и количество ниток в пряже, которой обматывается провод, а также состояние гладилок; последние должны быть с внутренней стороны совершенно гладкими. Убедившись в правильном натяжении провода на приемном барабане, работница должна повернуть шайбу еще на один-два оборота и вновь проверить качество обмотки.

При утолщениях изоляции нужно прежде всего проверить номер пряжи и количество ниток, затем отрегулировать натяжные пружины на розетках, так как это также может служить причиной утолщения изоляции. После этого необходимо проверить натяжение сулоны и убедиться, нет ли торможения у приемных барабанов, т. е. не уменьшилась ли скорость хода обматываемой проволоки.

Выполнив все эти указания, работница должна еще несколько раз повернуть тяговую шайбу и после этого вновь проверить качество обмотки.

Смазка и чистка машин. Смазку электродвигателя и подшипников на коренном валу нормально должен производить монтер или смазчик. Работница может делать это только в том случае, если она получит об этом специальное распоряжение.

Как правило, работница должна смазывать червяки и сцепленные с ними шестерни, вал, на котором находятся шайбы, вал розеток, водилку, шестеренную передачу и т. д. Масло должно быть совершенно чистым и проверенным до употребления. В особенности нужно следить за тем, чтобы в масле не было примесей песка, так как наличие последнего в смазке очень быстро и надолго выводит машину из строя.

19. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ОБМОТОЧНЫХ МАШИНАХ

До последнего времени на наших кабельных заводах одни и те же машины работали с различными скоростями. Работа стахановцев показала, что имеются все возможности довести скорости обмотки до максимальных, во всяком случае не ниже тех, которые рекомендуются поставщиками машин.

Иногда возможно повысить рабочие скорости путем дифференцирования (разделения) отдельных заказов. Например, при производстве обмоточной меди марки ПБД большого сечения по самому характеру технологического процесса рабочие скорости должны быть ниже, чем при наложении изоляции из кабельной бумаги. Поэтому оказалось целесообразным выделить горизонтальные машины для производства обмоточной меди марки ПБД с тем, чтобы на машинах, изолирующих медь кабельной бумагой, довести эти скорости до максимально возможных пределов.

В ряде случаев такое дифференцирование можно произвести и для обмоточных проводов одной и той же марки и так их распределить по машинам, чтобы была возможность работы всех размеров на максимальных скоростях.

Вторым мероприятием, направленным к повышению производительности обмоточных машин, является переход на обслуживание увеличенного числа ходов обмоточных машин.

В этом отношении имеет большое значение надлежащее расположение машин, чтобы работнице было легче обслуживать машины и содер-

жать их, а также детали и узлы машин (розетки, выключающие автоматы, раскладывающие устройства и т. д.) в полном порядке. Успех работы многостаночников в полной степени зависит от этих факторов, а также от своевременного обеспечения работающих всеми необходимыми материалами.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные типы розеток обмоточных машин?
2. В чем заключается основной недостаток эксцентричных розеток?
3. Какие вы знаете виды приводов розеток?
4. Какие машины для обмотки тонкой проволоки применяются на наших кабельных заводах и каковы их недостатки и преимущества?
5. Как достигается натяжение ленточки из хлопчатобумажной пряжи или из шелка в различных конструкциях розеток?
6. Для чего существуют стаканчики на розетках обмоточных машин фирмы Фротцгейм и Рудерт?
7. Каковы недостатки и преимущества обмоточных машин фирмы Демут?
8. Почему большое значение имеют автоматы и индивидуальное выключение каждого хода?
9. На каких машинах производится обмотка тонкой медной проволоки кабельной и телефонной бумагой?
10. Как влияет конструкция машин и розеток на скорость обмотки?
11. Каковы недостатки розеток горизонтальных машин при обмотке кабельной бумагой и что можно предпринять для их устранения?
12. Что такое шаг обмотки и как его определить?
13. Что такое скорость обмотки и как ее определить?
14. Какое соотношение существует между скоростью обмотки, ее шагом и числом оборотов розетки?
15. Какими мероприятиями можно увеличить производственную скорость обмоточных машин?
16. Как правильно производить измерение диаметра обмоточной меди?
17. За чем должна следить работница во время обмотки?
18. Каковы виды брака обмоточной меди и как нужно их выявлять во время обмотки?

ГЛАВА V

ОПЛЕТКА

20. УСТРОЙСТВО ОПЛЕТОЧНЫХ МАШИН

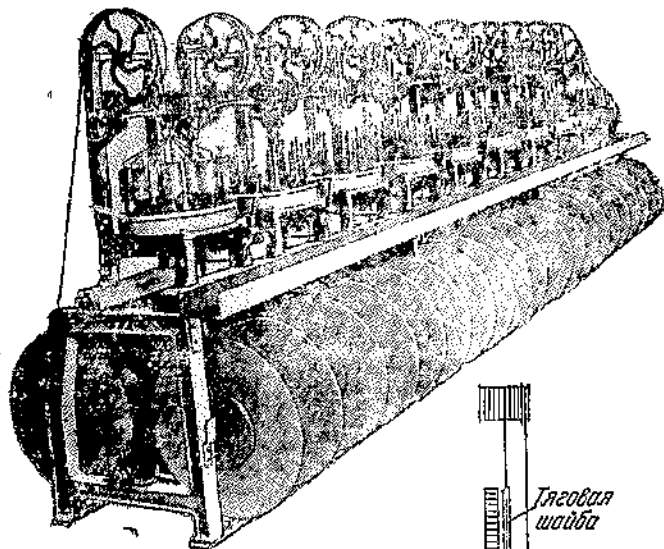
Процесс оплетки отличается от обмотки тем, что здесь отдельные пряжи не только навиваются витками на изолируемый провод, но при этом еще переплетаются между собой.

Существуют различные конструкции оплеточных машин. Мы рассмотрим два основных, широко применяемых в нашей практике типа: коклюшечные машины и катушечные машины фирм Горн, Вардвелл и т. п.

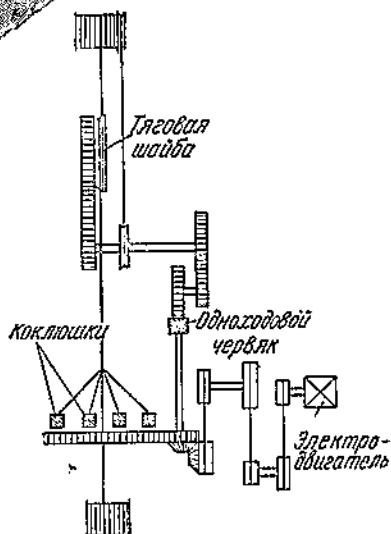
Коклюшечные машины. В нашей практике еще широко распространены коклюшечные машины. Это объясняется отчасти тем, что устройство их несложно, заправка и уход просты и удобны, что дает возможность одновременно обслуживать большое количество ходов.

Коклюшечная машина, как и обмоточная, приводится в действие электродвигателем, от которого движение через ременную передачу сообщается коренному валу машины, а от последнего также посредством ременных передач — отдельным ходам.

На фиг. 34 изображен общий вид такой машины, а на фиг. 35 приведена схема одного хода. Каждый ход состоит из металлического стола



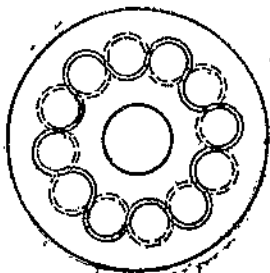
Фиг. 34. Общий вид коклюшечных обмоточных машин.



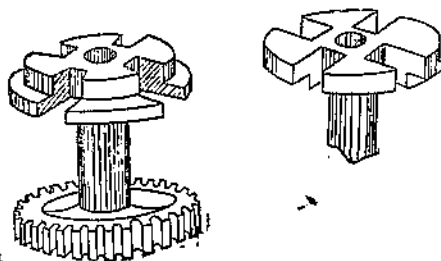
Фиг. 35. Схема одного хода коклюшечной обмоточной машины.

с широким внутренним отверстием. В этом столе сделаны в двух направлениях волнообразные прорезы в виде восьмерок шириной от 6 до 10 мм (фиг. 36). По восьмеркам движутся так называемые солдатик и, несущие коклюшки со строченной пряжей, намотанной крестовой намоткой. Движение солдатиков происходит таким образом, что выходя-

щие от каждой коклюшки нити переплетаются между собой через одну или, как это обычно делается, через две. Часть солдатиков движется по замкнутой волновой линии в одну сторону, а другая часть их — в противоположную так, что они все время огибают друг друга. Движение солдатиков, а следовательно, и переплетение нитей, достигается при помощи механизма, расположенного под столом машины. Этот механизм состоит из ряда шестерен, число которых равно половине количества солдатиков; все шестерни сцеплены одна с другой, вследствие чего при вращении одной шестерни вращаются и все остальные. С одной (верхней) стороны шестерни имеют по четыре плоские пластинки (фиг. 37), которые отлиты вместе с корпусом шестерни. Между пластинками имеются прорезы, в которые входят выступы солдатиков. У одних шестерен эти пластинки расположены на несколько большей высоте, чем у других, что позволяет пластинкам меньшей высоты подходить под пластинки большей высоты; при этом отверстия между теми и другими пластинками совпадают, и солдатик переходит от одной шестерни к другой и вращается вместе с ней. Так как одновременно с этим выступ солдатика



Фиг. 36. (тол оплеточной машины.



Фиг. 37. Деталь оплеточной машины.

входит в прорезь стола, то солдатик движется по строго определенному направлению (по волнообразному пути) и таким образом осуществляет переплетение нити.

Солдатик изображен отдельно на фиг. 38. На шпильке А насаживается коклюшка с пряжей. Нитка проходит в отверстие в другой стойке коклюшки, огибает находящийся на этой стойке грузик и, приподняв его, направляется далее через глазок солдатика к орлетаемому проводу.

Крейцшпуля (коклюшка) снабжена в верхней части зубчатой нарезкой; в прорезь входит головка другого грузика и таким образом несколько тормозит вращение коклюшки, создавая у нити определенное натяжение. Чем больше вес грузика, тем сильнее натяжение нити.

Как правило, все оплеточные машины снабжены автоматами, останавливающими отдельные ходы при обрыве пряжи. Это достигается тем, что в случае обрыва пряжки нижний грузик падает к основанию солдатика и своим выступом, отчетливо видимым на фиг. 38, ударяет в скобу, поддерживающую в слегка приподнятом положении рукоятку шестеренного сцепления. При ударе рукоятка освобождается от скобы, падает и этим производит выключение шестеренного сцепления.

Провод с отдающего барабана, расположенного обычно в нижней части оплеточной машины, поступает вверх, проходит через центр стола

последней и после оплетки направляется на тяговую шайбу, находящуюся в верхней части машины и приводимую в движение от основного шкива каждого хода посредством шестеренной передачи.

Далее, обогнув один-два раза тяговую шайбу, провод направляется к приемному барабану, сидящему внизу — на другой стороне оплеточной машины. С помощью раскладки, которая в старых конструкциях машины устроена в виде длинной штанги с насаженными на ней крючками, провод равномерно наматывается по ширине приемного барабана. Движение штанги в обоих направлениях осуществляется посредством червячных парезок (прямой и обратной) на конце этой штанги.

Оплеточные машины описываемой конструкции имеют различные размеры. Естественно, что чем больше диаметр оплетаемого провода, тем больше должна быть и оплеточная машина.

Размер оплеточной машины прежде всего характеризуется количеством коклюшек, которое имеет каждый ход. Количество последних обычно составляет 12, 16, 20, 24, 32, 36 и т. д. Все эти машины имеют одинаковую конструкцию и отличаются одна от другой лишь размерами.

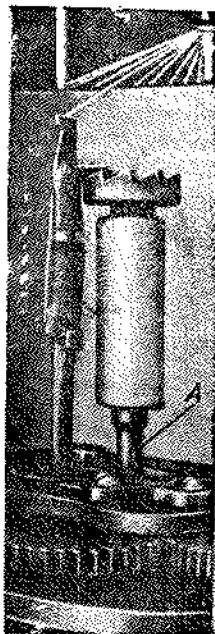
Оплеточные машины выпускались ранее в большом количестве американской фирмой Батт.

Хотя описанные машины составляют значительную часть оборудования наших обмоточных и оплеточных цехов, нужно, однако, отметить, что конструктивно эти машины весьма устарели.

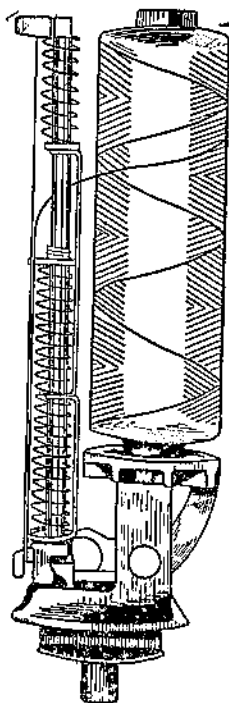
Примитивное устройство солдатиков ограничивает рабочие скорости до небольших величин, так как иначе оплетка получается дефектной.

В более новых конструкциях этих машин вместо грузиков применяются пружинные тормоза (фиг. 39), что позволяет повысить скорость оплетки в несколько раз. В настоящее время такие усовершенствованные коклюшечные машины начинают с успехом эксплуатироваться на некоторых наших заводах.

Оплеточные машины типа фирмы Горн. На фиг. 40 показана оплеточная машина одной из новейших конструкций фирмы Горн, которые находят применение на наших заводах.

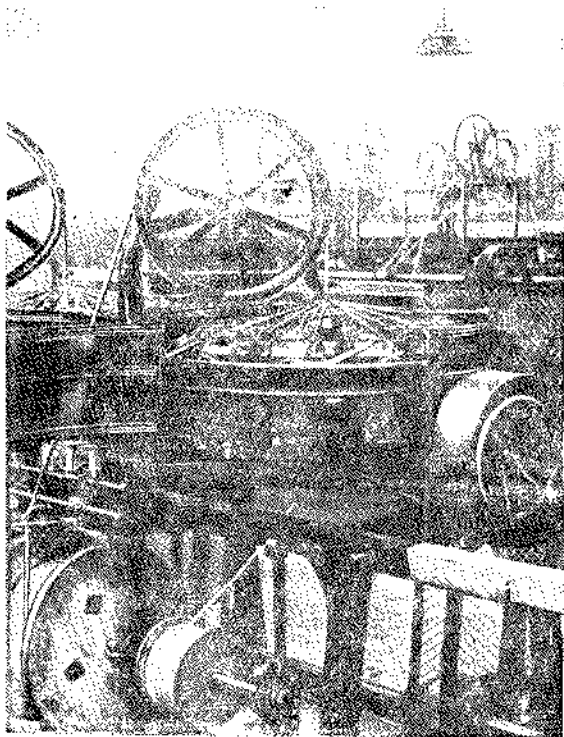


Фиг. 38. Солдатик оплеточной машины.



Фиг. 39. Солдатик оплеточной машины с пружинным тормозом.

Устройство машины таково: в нижней части расположен коренной вал, приводимый в движение электродвигателем с помощью ременной передачи; от коренного вала также посредством ременной передачи движение передается шкивам отдельных ходов; часть катушек со строченной пряжей расположена в верхней части оплеточного стола; другая часть катушек находится внизу — под оплеточным столом. Стол



Фиг. 40. Оплеточная машина фирмы Горн.

и катушки получают движение от шестеренных передач, причем катушки, расположенные сверху, движутся в одну сторону, а нижние катушки — в другую. Пряжа с нижних катушек проходит через особый рычаг, который при вращении стола в определенные промежутки времени то поднимается, то опускается, чем и достигается переплетение нитей верхнего и нижнего рядов. Устройство, заставляющее рычаг двигаться, называется кулиссой. С приемного барабана оплетаемый провод проходит через центр машины и после оплетения поступает на тяговую шайбу; обогнув последнюю три-четыре раза, провод направляется на приемный барабан.

Так как эта машина представляет собой одну из последних моделей оплеточных машин; то мы остановимся более подробно на устройстве ее отдельных деталей.

Устройство оплеточных розеток. Деревянная катушка со строженной прядей помещается между центрами (фиг. 41). Пряжа проходит затем через ряд валков, сидящих на небольшой поворачивающейся пластинке, и с помощью особого валика направляется к месту оплетки. Пластика слегка прижимается рычагом пружинящего тормоза, регулируя который, можно дать пряже любое натяжение. Устройство нижних розеток в основном ничем не отличается от описанного выше.

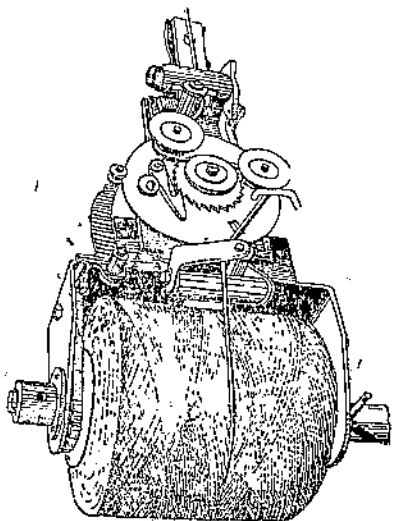
Эти оплеточные машины значительно сложнее машин старых конструкций. Как правило, они требуют безукоризненного качества трощения пряжи (или проволоки при наложении экранящих оплеток).

Очень существенное значение имеет также тщательность регулировки пружинных тормозов; если сила натяжения пряжи неодинакова, то оплетка будет давать петли и иметь некрасивую поверхность. Поэтому на освоение таких машин требуется значительное время.

Описываемые оплеточные машины оборудованы так же автоматами, выключающими ее в случае обрыва пряжи. Для этого прядка каждой катушки поддерживает в определенном положении особый валик, который в случае обрыва пряжи отходит от своего положения и, ударяя в особую рукоятку, останавливает машину, переводя ремень с рабочего на холостой шкив.

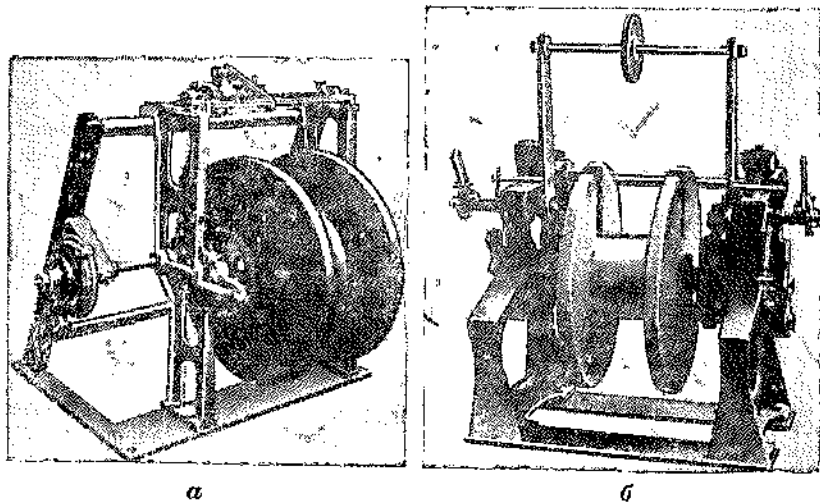
Прочие устройства катушечных оплеточных машин. Сдаточные и приемные барабаны устанавливаются на особых осях. Установка барабанов с оплетаемым проводом, а также снятие уже готовых намотанных барабанов, облегчается применением весьма простого устройства. Если требуется снять готовый барабан, то поворотом рычага втулка, в которой помещается ось барабана (а следовательно, и сам барабан), опускается и последний легко скатывается на пол. При подъеме барабана расположенная втулка таково, что ось с барабаном может быть поставлена непосредственно с пола. Поворотом рычага барабан приподнимается примерно на высоту в 5—6 см (фиг. 42). Так как вес отдельных барабанов с обмоточной медью доходит иногда до очень больших размеров, то описанное вспомогательное устройство имеет существенное значение.

Каждый ход машины оборудован индивидуальной раскладкой, состоящей из медленно вращающегося валика с винтовой нарезкой, по которому взад и вперед перемещается втулка с прикрепленным к ней роликом и раскладочным крючком. Каждый ход оборудован счетчиком, определяющим количество готовой продукции.



Фиг. 41. Устройство розетки оплеточной машины фирмы Горн.

В более старой конструкции таких машин принцип расположения катушек с пряжей такой же самый, однако устройство розеток в этой машине несколько иное. В частности торможение катушек с пряжей достигается здесь посредством пружинного тормоза. Кроме того движение нижних розеток осуществляется при помощи зубчаток, сцепленных с зубчатой поверхностью края стола. Верхние розетки также вращаются посредством шестеренной передачи и сцеплены с пластинами, у которых одна поверхность имеет нарезку. Так же, как и в описанных выше машинах, нижние бобины вращаются в одну сторону, а верхние — в другую. Схема такой машины изображена на фиг. 43.



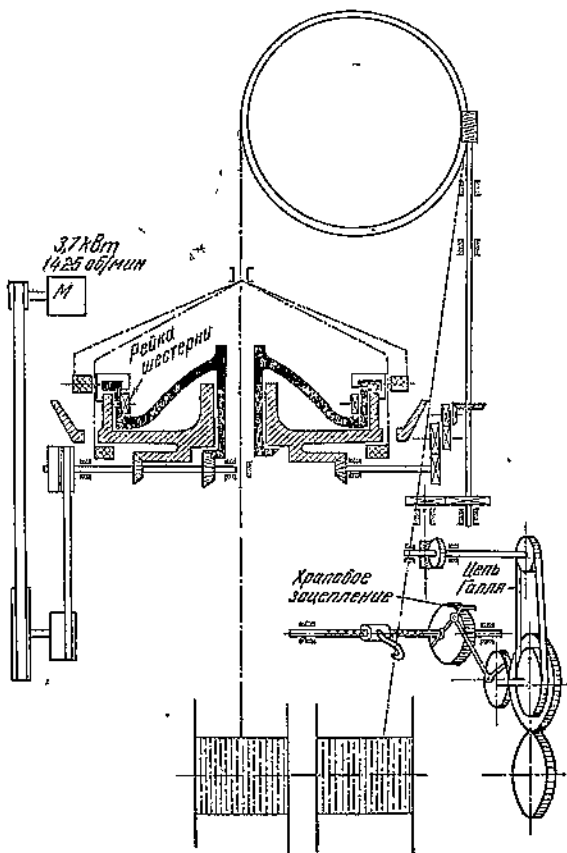
Фиг. 42. Приемное (а) и сдающее (б) устройства оплеточных машин фирмы Фротгейм и Рудерт.

Перед войной оплеточные машины, подобные описанным выше, начали изготовляться в значительном количестве и на наших заводах.

Наконец укажем, что в скором времени на наших заводах начнут эксплуатироваться оплеточные машины новой конструкции американской фирмы Вардвелл. Эти машины изготовляются указанной фирмой на различное (16, 20, 24, 28 и т. д.) число катушек и предназначены для оплетки различного рода проводов. Конструктивно эти машины напоминают оплеточные машины фирмы Горн, однако устройство оплеточного стола у них конструктивно выполнено более совершенно, чем у машин типа Горн. В частности переплетение нитей здесь создается не подвижными кулисными устройствами, а скольжением нити по определенным металлическим направляющим, с помощью которых отдельные нити в процессе вращения головки то поднимаются, то опускаются, чем и достигается их переплетение. Хорошо налаженные машины должны работать совершенно бесшумно и давать высококачественную оплетку. Удачно сконструированные

приемные и слаточные устройства аналогичны описанным выше устройствам катушечных машин и позволяют производить установку и съемку барабанов без каких-либо затруднений.

Преимущества и недостатки отдельных конструкций оплеточных машин. Основное преимущество оплеточных машин коклюшечного типа заключается в их большой простоте, что очень облегчает обслуживание.



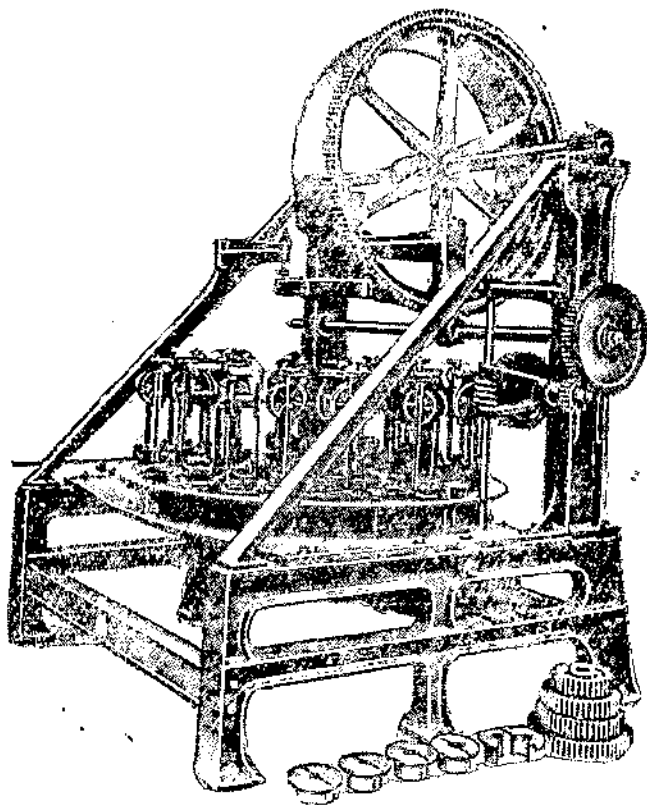
Фиг. 43. Схема оплеточной 24-коклюшечной машины фирмы Горн.

Наличие автоматов, которые обычно работают очень хорошо, позволяет одновременно обслуживать весьма большое количество ходов. Несмотря на то, что конструкция этих машин имеет большую давность, они достаточно хорошо работают при оплетке проводов пряжей или искусственным шелком.

Недостатком коклюшечных машин по сравнению с машинами фирмы Горн является значительно меньшая скорость оплетки. Эта скорость ог-

раничена отчасти тем, что пряжа имеет сравнительно небольшое натяжение, вследствие чего при повышенной скорости возможны обрывы и петление и как следствие — шероховатая поверхность оплетки. Если грузики заменить пружинными тормозами, то, как указывалось, скорость этих машин можно повысить.

Другой недостаток коклюшечных машин — большое количество зубчаток. Износ или неисправность какой-либо одной зубчатки вызывает остановку всей машины.



Фиг. 44. Большая оплеточная машина.

В связи с развитием авиации сильно возрос спрос на провода, заключенные в металлическую оплетку, служащую экраном от различного рода внешних электрических помех. Эти провода оплетаются обычно на таких же оплеточных машинах. В качестве материала для экранирующей оплетки применяется круглая медная луженая проволока диаметром 0,15—0,20 мм, причем отдельные проволоки предварительно тростят на коклюшки или катушки по 4—6 проводов вместе.

Качество металлической оплетки в значительной степени зависит от натяжения отдельных прядок проволок. На машинах обычного коклюшечного типа очень большого натяжения дать нельзя, ибо иначе коклюшки будут заедать и проволока начнет путаться; в результате получатся обрывы, что совершенно недопустимо.

Одним из преимуществ машин других систем, в частности фирмы Горн и наших отечественных заводов, является большая скорость оплетки, что увеличивает выпуск с каждого хода. Посредством описанных выше тормозов на них можно создать любое натяжение пряжи и благодаря этому получить совершенно равномерную оплетку.

Однако катушечные машины также не лишены недостатков, основными из которых следует считать большую их конструктивную сложность. В случае обрыва прядки на этих машинах для заправки требуется значительно больше времени, чем на машинах коклюшечного типа.

Другим недостатком машин Горн и им подобных является то, что тормоза их представляют собой очень сложное устройство и требуют внимательного ухода. Ввиду высокой окружной скорости не исключается возможность, что эти тормоза со временем могут расстроиться и потребовать дополнительной регулировки. Вследствие этого количество ходов, обслуживаемых одной работницей, у этих машин значительно меньше, чем у машин коклюшечного типа.

Эти машины обладают надежно действующими автоматами, останавливающими машину в случае обрыва какой-нибудь хлопчатобумажной прядки. Кроме того эти машины снабжены прекрасно сконструированными приемными и сдаточными устройствами.

На фиг. 44 представлена большая оплеточная машина, применяемая на наших заводах для наложения хлопчатобумажной и металлической оплетки на кабели и провода большого диаметра. Катушки с пряжей и проволокой укрепляются в специальном устройстве, которое приводится в движение так же, как и коклюшки описанных выше машин. Эти оплеточные машины также оборудованы автоматами, останавливающими работу в случае обрыва прядки.

Для этого у каждой катушки предусмотрена деталь, которая натяжением прядки поддерживается в определенном положении. В случае обрыва прядки деталь падает к основанию оплеточного стола и, дойдя до рукоятки, ударяет в нее, что в свою очередь вызывает перевод ременной передачи с рабочего на холостой шкив.

21. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОПЛЕТКИ

Процесс оплетки несложен и заключается в том, что провод или обмоточная медь все время имеет поступательное движение и с помощью переплетающихся нитей покрывается хлопчатобумажной, шелковой или металлической оплеткой.

Основными элементами, характеризующими процесс оплетки, являются: скорость оплетки, число коклюшек или катушек, шаг оплетки и плотность оплетки.

Под скоростью оплетки подразумевается скорость, с которой оплетаемый проводник движется в единицу времени. У машин различной конструкции эти скорости, конечно, неодинаковы. Скорости у коклюшечных машин колеблются в пределах 0,2—0,5 м/мин. У машин типа Горн и других эти скорости значительно выше.

Вторым элементом, характеризующим процесс оплетки, является число коклюшек, катушек или шпудлей. Оплеточные машины имеют по 12, 16, 20, 24, 32, 36 коклюшек и более, причем чем выше диаметр оплетаемого проводника, тем большее количество коклюшек или шпудлей должна иметь та или иная машина.

Наконец, существенное значение имеет шаг оплетки. Под шагом оплетки подразумевается расстояние, на котором следуют витки одной и той же прядки. Так как между отдельными витками одной и той же прядки располагается ряд других витков, то шаг оплетки обычно значительно больше шага обмотки. Величина его колеблется от нескольких миллиметров у тонких проводников до нескольких сантиметров у толстых оплетаемых проводов и кабелей. Наглядное представление о шаге оплетки можно получить из фиг. 45, где величина его отмечена буквой h .

При оплетке проводников половина прядок ложится в одну сторону, а другая половина — в противоположную; другими словами, прядки располагаются как бы в два слоя; отсюда очень нетрудно вычислить шаг оплетки; для этого нужно все количество коклюшек или шпудлей на машине разделить на два и полученное число прядок отсчитать от какой-либо точки оплетаемого провода вдоль последнего; расстояние между начальной и конечной точками оплетки покажет величину шага оплетки.

Между линейной скоростью оплетки v м/мин, шагом оплетки h мм и числом оборотов шпудль или коклюшек в минуту n об/мин существуют те же соотношения, которые приводились при рассмотрении технологического процесса обмотки.

Скорость оплетки v обычно определяется сменными шестернями, устанавливаемыми на машине; число оборотов коклюшки или катушки в минуту n зависит от конструкции машины и колеблется для коклюшечных машин 20—50 об/мин, а для машин фирм Вардвелл, Горн и т. д. 100—200 об/мин.

Величину шага h , нетрудно определить, если известно число коклюшек или катушек, угол α (фиг. 45) и ширина прядки δ . Последняя приближенно равна произведению ширины одной нити b на числа нитей в прядке k , т. е.

$$\delta = b \cdot k.$$

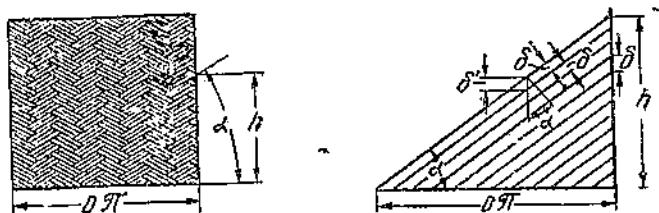
Ширина отдельной нити для наиболее употребительных номеров прядки приведена ниже.

№ прядки	Примерная ширина нити, мм	№ прядки	Примерная ширина нити, мм
100/2	0,18	65/1	0,16
54/2	0,25	20/1	0,29
50/1	0,18	18/1	0,30
40/1	0,20	18/3	0,53
28,2	0,34	46/3 лощенка	0,27

Существенное значение имеет плотность оплетки. Хорошая оплетка должна плотно, без каких-либо просветов покрывать провод. Обычно плотность оплетки задается номером прядки, числом нитей в прядке, шагом оплетки и числом коклюшек. В технических условиях плотность

оплетки часто выражается численной величиной, которая вычисляется по особым формулам и выражается в процентах. Эти формулы сложны, поэтому мы здесь на них останавливаться не будем. На практике они также находят редкое применение.

Одним из основных элементов процесса оплетки является толщина оплетки. Последняя находится в прямой зависимости от толщины (номера) пряжи, применяемой для оплетки. Для обмоточной меди марки ПБОО толщина оплетки обычно составляет около 0,60 мм (на обе стороны), а общая изоляция для той же марки равна 0,85 мм. Толщина оплетки проводов, у которых наружный диаметр не играет большой роли, обычно больше и колеблется в пределах 0,5—0,7 мм (на обе стороны); для более же толстых толщина оплетки бывает еще больше.



Фиг. 45. Схема и шаг оплетки.

Ниже дана примерная (расчетная) радиальная толщина оплетки наиболее ходовых номеров пряжи:

№ пряжи	Расчетная радиальная толщина пряжи мм
40,1	0,30
100,2	0,25
85,2	0,28
54,2	0,35
40,2	0,40
34,2	0,45
28,2	0,50
20,2	0,60
46/3 лощенка	0,60

В случае металлической экранировки толщина оплетки на обе стороны обычно равна учетверенному диаметру проводов, из которых делается эта оплетка.

Существенное значение для оплетки имеет расцветка. При производстве обмоточной меди это не играет большой роли, так как обычно оплетка производится белой пряжей. Если же оплетаются провода (например, автотракторные, авиационные, электрические шнуры и т. д.), то для них очень часто применяется специальная расцветка, т. е. на том или ином фоне пропускается искра из различной цветной пряжи. Получить такую расцветку крайне просто. Это достигается установкой нескольких катушек или шпудлей с цветной пряжей. Очень часто применяется так называемая расцветка в «елочку». В этом случае одна половина катушек выбирается с пряжей одного цвета, а вторая половина — с пряжей другого.

При наложении оплетки с расцветкой необходимо, чтобы рисунок оплетки точно соответствовал установленному. Поэтому, когда оканчивается катушка с пряжей какого-либо цвета, нужно установить новую катушку с пряжей того же цвета и номера с одинаковым количеством нитей в прядке.

За отсутствием цветной пряжи необходимого номера часто прибегают к использованию такой пряжи других номеров. Это приводит к неровной шероховатой оплетке, причем особенно резко это сказывается, когда оплетенные провода идут под лакировку. Выступающие нити часто служат причиной дефектов и ослабления лаковой пленки. Поэтому подобная практика не должна иметь место в работе наших цехов.

22. ОБСЛУЖИВАНИЕ ОПЛЕТОЧНЫХ МАШИН

Подготовка машины к работе. Подготавливая оплеточную машину к производству, нужно прежде всего установить, какую обмоточную медь требуется оплести, т. е. каковы ее размеры и сорт пряжи (номер и количество нитей в прядке).

Проверка размеров производится двухоборотным микрометром, описание которого было дано выше. После такого измерения проверяют состояние оплеточных машин и качество трощения пряжи. Далее следует осмотреть стройки для сдаточных и приемных барабанов. Наконец, нужно проверить состояние зубчатых сцеплений. Последнее обстоятельство особенно важно, поэтому перед пуском машины необходимо убедиться в том, что все ее детали надлежаще смазаны и укреплены и что нет, никаких изъянов, могущих вызвать порчу машины во время работы.

Заправка машины. Получив заказ на оплетку той или иной марки обмоточной меди и проверив размеры полуфабриката, работница заготавливает в достаточном количестве пряжу нужных сортов. При выборе номера пряжи и количества нитей в одной ленточке следует руководствоваться особой таблицей из производственной инструкции для той или иной оплеточной машины. После этого работница заправляет машину пряжей, пропускает один конец провода снизу в центр машины и укрепляет провод на тяговой шайбе. Работница обязана, строго придерживаясь установленного порядка, направить пряди с отдельных коклюшек или шпудей к оплетаемому проводу и закрепить их на последнем. Затем производится проверка натяжения нити и надежности работы каждого солдатика или шпули. Для этого нужно, включив данный ход машины, дать несколько оборотов тяговой шайбы и проверить, каково качество и размеры получаемой оплетки. Если при этом будут обнаружены какие-нибудь дефекты, необходимо принять все меры к их устранению.

У оплеточных машин системы Горн приходится обращать внимание главным образом на качество строченной пряжи и на регулировку пружинных тормозов; все тормоза, как правило, должны работать с одинаковым усилием. Если этого нет, то некоторые пряди будут с большим натяжением, другие — с меньшим, и в результате получится неровная оплетка.

Когда машина заправлена указанным образом и работница убедилась, что качество получающейся оплетки соответствует установленным требованиям, данный ход может быть пущен в работу.

Уход за машиной. Во время работы оплеточной машины обслуживающая ее работница должна следить, чтобы:

1) оплетка точно соответствовала установленным размерам по толщине;

2) оплетка ложилась равномерными слоями, без просветов, шероховатостей и неравномерностей; оплетка должна иметь красивый внешний вид, быть плотной, что зависит от правильного подбора пряжи и правильной работы солдатников у коклюшечных оплеточных машин и розеток у быстроходных оплеточных машин типа Горн, Вардвелл и др.;

3) при обрыве пряжи или провода и выключении того или другого хода быстро были устранены причины, вызывающие эти обрывы, а порвавшиеся прядки пряжи аккуратно связаны;

4) качество связок было хорошее.

Связки не должны иметь больших узелков на поверхности оплетки. При наложении проводочной оплетки необходимо тщательно следить за тем, чтобы поверхность оплетки была совершенно ровная, без каких-либо заусениц и петель, а прядки медных проволок ни в коем случае не имели бы обрывов. Если таковые все же произошли, то нужно заправить оборванный конец таким образом, чтобы на поверхности экранировки не осталось никакого следа обрыва.

По заполнении приемного барабана проводом работница должна остановить данный ход, снять барабан и прикрепить к нему соответствующий ярлык, на котором должны быть указаны: номер работницы, номер оплеточной машины, а также размер и марка оплетаемого провода или обмоточной меди.

В процессе работы работница должна все время следить за чистотой и надлежащей смазкой машины. Для этого машину надо периодически протирать, не допуская появления на станне масла, пуха и пыли от пряжи.

Особое внимание необходимо обращать на работу шестеренных сцеплений; если в машине появятся какие-либо ненормальные стуки или шум, то ее нужно немедленно остановить и сообщить об этом бригадиру или дежурному слесарю.

Приемка и сдача смен. Для надлежащей приемки смены работница должна явиться за 10—15 мин. до начала работы, тщательно осмотреть машину и в случае обнаружения каких-либо дефектов смену не принимать, а сообщить об этом бригадиру. То же самое относится ко всем необходимым материалам: если они изготовлены у машины в недостаточном количестве, то об этом следует немедленно довести до сведения бригадира.

Все недостатки, обнаруженные при приемке и сдаче смены, надо записывать в особую тетрадь (для каждой машины отдельно); при этом необходимо, чтобы обо всех замеченных во время смены дефектах работница тут же сообщала бригадиру или дежурному ремонтному слесарю. Нужно не допускать таких явлений, когда тот или иной серьезный дефект оплеточной машины обнаруживается только во время сдачи смены, а иногда проходит и вовсе незамеченным.

Оплеточные машины имеют весьма сложное устройство и потому требуют внимательного и бережного обращения.

Предупреждение брака. Основными видами брака в оплеточном деле являются: редкая оплетка, имеющая большие просветы, оплетка с отдельными утолщениями, петлями, бугорками и т. д.

При редкой оплетке работница должна прежде всего проверить, насколько правильно выбраны пряжа и число нитей, а также шестеренные сцепления. Устранив все замеченные дефекты, надо дать один-два оборота на шайбе и проверить качество получающейся оплетки; получив удовлетворительные результаты, работница вновь пускает данный ход в работу.

Петли и неравномерность оплетки обычно являются следствием неравномерного натяжения пряток, что вызывается главным образом неодинаковой работой тормозов. Это явление особенно часто наблюдается на машинных системах Горн. Чтобы устранить указанный дефект, нужно остановить данный ход, найти ту коклюшку или розетку, которая дает петление или неровность, и надлежащим образом натянуть ленточку.

Особое внимание нужно обращать на бесперебойную работу автоматов. Если они почему-либо не работают, то об этом следует немедленно сообщить бригадирю или дежурному слесарю. Неправильная работа автоматов может вызвать такие дефекты в оплетке, которые абсолютно нельзя устранить; например, если будет пропущена хотя бы одна прядка, то оплетка окажется совершенно непригодной. Такой провод обычно приходится вырезать.

Смазка и чистка машин. Смазку электродвигателей и подшипников на коренном валу должен производить монтер или смазчик. Работница может их смазывать только в том случае, если она имеет специальное распоряжение. Как правило, работница должна смазывать червяки и сцепленные с ними шестеренки, зубчатки, находящиеся под оплеточным столом, и т. д. Масло должно быть совершенно чистое и тщательно проверенное. Особое внимание нужно обращать на то, чтобы в масле не было примесей песка, ибо паличие последнего в смазке может очень быстро и надолго вывести машину из строя.

23. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОПЛЕТОЧНЫХ МАШИН

Скорости отдельных оплеточных машин сильно зависят от состояния последних: чем лучше состояние машины и чем тщательнее пригнаны друг к другу ее части, тем выше может быть скорость оплетки. Большое значение имеют состояние солдатиков и надлежащий подбор грузиков. Мы считаем возможным при вполне нормальном состоянии оплеточных машин коклюшечного типа довести скорость 12-коклюшечных машин до 0,4—0,6 м/мин и 16—24-коклюшечных—до 0,5—0,7 м/мин.

Для достижения повышенных скоростей и улучшения качества продукции необходимо оборудовать автоматические приемные и сдаточные приспособления так, как это сделано на оплеточных машинных последних конструкций. Тогда заправка и пуск отдельных барабанов значительно облегчатся, требуется меньше времени и усилий со стороны работниц, что, безусловно, способствует повышению производительности труда и увеличению выпуска с каждой машины.

В быстроходных катушечных оплеточных машинах узким местом является сложность устройства всей розетки и главным образом ее тормозов. Поэтому, чтобы на этих машинах добиться высокой производительности труда, нужно стремиться только к одному: возможно глубже изучить устройство розеток и тормозов и приладиться к ним так, чтобы получить абсолютно одинаковое натяжение всех пряток прижи или проволоки.

Кроме этого у этих машин несколько сложнее процесс заправки. Поэтому рекомендуется прикреплять к этим машинам работниц, которые могли бы приспособиться к ним и, приобретая необходимые навыки, производить все ручные операции возможно быстрее. Третье условие хорошей работы этих оплеточных машин — это самая тщательная и высокая по качеству работа тростильных машин, ибо нигде так резко не сказываются различные дефекты трощения, как в машинах упомянутого типа.

Если выполнить указанные условия, то эти оплеточные машины будут работать с очень высокой производительностью.

Оплеточные машины типа Горн работают на наших заводах с числом оборотов катушек около 120 в минуту и в зависимости от шага скорость оплетки составляет примерно 1,2—2,5 м/мин. Примерно такова же скорость вышеописанных двадцати-двадцати четырех катушечных оплеточных машин американской фирмы Вардвелл, которые поступают на наши заводы. Судя по каталожным данным, заграничные быстроходные оплеточные машины других конструкций могут иметь еще большее число оборотов катушек (150—240 об/мин), причем линейная скорость оплетки в зависимости от шага может быть в пределах 1,1—4,5 м/мин.

Что касается наиболее распространенных в нашей практике оплеточных машин коклюшечного типа, нужно отметить, что здесь узким местом очень часто является неудовлетворительное состояние оплеточных столов, шестеренчатых сцеплений, солдатиков и грузиков к ним. Все эти детали имеют чрезвычайно большое значение для бесперебойной работы указанных машин. Кроме того, как мы уже отмечали, весьма часто работу на коклюшечных машинах затрудняет неудовлетворительное устройство приемных приспособлений и раскладок, переконструирование которых по типу машин фирм Вардвелл, Горн и др. также дало бы большое облегчение.

При изготовлении оплетки из металлических проволок, и в частности из медной луженой проволоки, узким местом в работе являются частые обрывы отдельных медных проволок, которые вызывают простой оплеточных машин; кроме того в местах обрыва отдельные проволоки выступают за пределы оплетки, что ни с электрической, ни с механической точек зрения совершенно недопустимо. Причиной этих обрывов обычно являются недоброкачественное трощение и неправильное натяжение проволок. Практика показала, что как на коклюшечных машинах, так и на машинах типа Горн безусловно можно добиться безукорынного качества металлической оплетки. Для этого прежде всего необходимо выделить для производства металлической оплетки определенных работниц, которые должны детально изучить технологию процесса оплетки и регулировку розеток и солдатиков.

Обычно трощение медной проволоки производится на размоточных машинах, причем направление проволок на катушки осуществляется вручную. Очень большой эффект может дать разработка соответствующего механизма для трощения медной проволоки, а еще лучше — установка специальных тростильных машин.

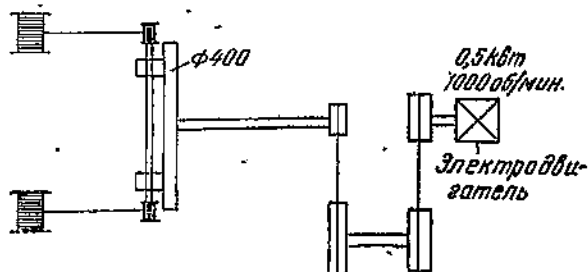
24. РАЗМОТКА ГОЛОЙ И ИЗОЛИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ

Еще недавно вся обмоточная медь, как правило, подвергалась перемотке. Лишь в последние годы в результате проведенной работы некоторые наши кабельные заводы стали сдавать тонкую обмоточную медь заказчику на той самой таре, на которую она наматывается в процессе работы. Для средних и крупных сечений обмоточной меди, так же как и для фасонной меди и проводов с оплеткой, перемотка сохраняется. При этом надо иметь в виду, что в процессе перемотки обычно осуществляется и контроль качества продукции.

Работа по перемотке готовой продукции является малоемкой в сравнении с обмоткой и оплеткой. Количество перемоточных машин в обмоточном цехе обычно невелико, как относительно незначительно и число рабочих, занятых этой работой. Учитывая это обстоятельство, ограни-

нимся рассмотрением особенностей наиболее ходовых перемоточных машин и кратким изложением технологии этого несложного процесса.

На фиг. 46 изображена схема станка для перемотки тонкой обмоточной меди. Устройство его очень просто. Движение от двигателя посредством двойной ременной передачи передается валу, на конце которого находится сплошной металлический диск. Спереди этого диска имеется особое устройство, состоящее из валика с насаженным на него шкивом. Валик имеет длинный выступ, на который надевается катушка для перематываемой проволоки. Катушка же со сматываемой проволокой помещается перед диском на особой стойке, имеющей вырезы для оси. Нажимая ногой на нижний тормоз, работница приближает кожаный шкив к стальному диску и при помощи образовавшегося таким образом фрикциона приводит в движение шпindel, а с ним вместе и приемную катушку. Работа на такой машине очень проста и сводится к следующему: работница берет пустую деревянную катушку, с помощью навилника делает



Фиг. 46. Схема станка для перемотки тонкой проволоки.

прорезь в одном из ее бортов, затем направляет туда конец перематываемой проволоки и начинает намотку проволоки на катушку. Само собой разумеется, что предварительно нужно установить на спусковой стойке катушку с перематываемой проволокой.

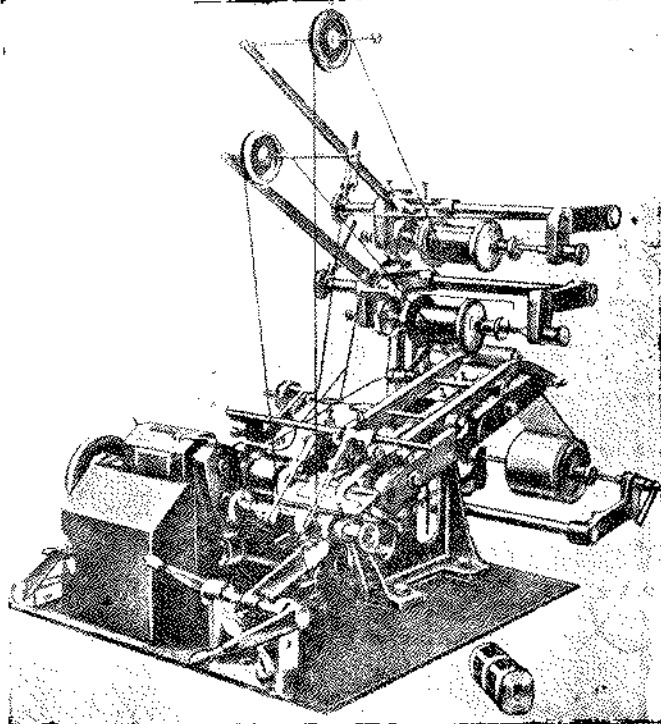
В процессе перемотки необходимо все время тщательно следить за качеством перематываемой проволоки. Для этого нужно время от времени останавливать катушку и проверять, насколько хорошо наматывается проволока и каково качество последней.

Работницы-перемотчицы должны уметь свободно пользоваться микрометром, так как во время работы помимо наблюдения за качеством перемотки все время приходится проверять величину диаметра голой медной проволоки и толщину наложенной изоляции.

Так как тонкая проволока обычно поступает в кусках меньшей длины, чем та, которую можно намотать на ту или иную тару, то на отдельные катушки наматывают по несколько мотков, причем концы этих мотков выводят из катушки наружу; это делается для того, чтобы знать, не имеет ли данная катушка больше концов, чем это обусловлено техническими условиями стандарта, что часто вызывает недоразумения между потребителями и поставщиками; в отдельных случаях можно рекомендовать применение пайки проволоки.

Пайка тонкой проволоки производится так: концы спаиваемых проволок освобождают от обмотки на длине 2—3 см, причем для того, чтобы пряжа не распускалась дальше, ее слегка смазывают клеем непосред-

ственно за распущенным местом; освобожденные от пряжи концы соединяемых проволок тщательно очищают пилуркой, затем скручивают и промывают места скрутки спиртовым раствором канифоли; после этого проволочки отпускают в расплавленный серебряный припой (а еще чаще — в чистое олово), который обычно находится в небольшой ванночке электрической печки. По удалении лишних кусочков припоя тщательно, вру-



Фиг. 47. Станок для перемотки проволоки фирмы Фротгенн и Рудерт.

чную, обматывают проволоку белым шелком. Кроме того спайку можно произвести и с помощью спиртовой лампочки (см. стр. 57).

Для некоторых заказчиков допустима холодная пайка. В этом случае оголенные проволоки на длине в 2—3 см скручиваются (свиваются) без пайки и потом изолируются. Однако для ответственных заказов такой метод соединений рекомендовать нельзя.

Пайку средних и крупных сечений целесообразнее всего производить встык с помощью электрических сварочных аппаратов, которые в настоящее время изготавливаются для сварки проволок диаметром от 0,4 до 13 мм.

Технологический процесс сварки прост и не требует особых пояснений. Мы обращаем здесь внимание на необходимость самой тщательной зачистки спаянного места, чтобы его поверхность была ровной и гладкой, без наличия заусениц и режущих граней.

В заключение необходимо указать, что вопрос соединения отдельных концов обмоточной меди нельзя считать окончательно проработанным и разрешенным. Здесь необходимо в ближайшее время провести ряд мероприятий:

1) добиться того, чтобы проволока тончайших размеров поступала в обмоточные цеха в возможно длинных концах;

2) отдельные заводы-заказчики должны притти к какому-либо одному определенному решению, причем наиболее целесообразным для тонкой проволоки мы считаем горячую пайку, при условии, что крепость спаянного места будет обладать достаточной прочностью и изоляция места спая будет произведена возможно тщательнее без значительных утолщений. Само собой разумеется, что количество цехов в отдельных катушках должно быть минимальным.

При перемотке проволоки тончайших размеров (диаметром 0,10 мм и менее) очень часто наблюдается, что работница держит спусковую катушку в руках; это делается для того, чтобы устранить вытягивание проволоки и избежать частых обрывов, если проволока при сходе с катушки почему-нибудь запутается.

Подобный метод работы нецелесообразен, поэтому отдельным кабельным заводам нужно проработать мероприятия по улучшению конструкций устаревших перемоточных станков, что, с одной стороны, облегчило бы работу перемотчицы, а с другой — повысило бы качество перемотки и производительность труда.

Лучшими заграничными фирмами для этой цели разработан ряд удачных конструкций перемоточных станков. В качестве примера на фиг. 47 приведен двухходовой автоматический перемоточный станок для проволоки диаметром 0,05—0,3 мм. Станок оборудован автоматом на случай обрыва перематываемой проволоки, автоматическим счетчиком, обеспечивающим намотку определенной длины. Число оборотов шпинделя у такого станка около 3 000 в мин.

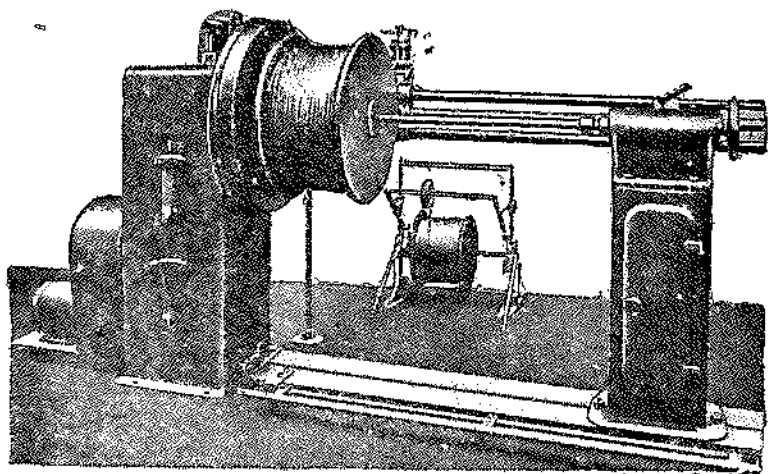
После того как приемная катушка намотана полностью, необходимо остановить машинку, обрезать наматываемый провод и закрепить второй конец его в прорези фланца. Затем надо наклеить на один фланец фирменный ярлык с номером работницы, производившей перемотку и контроль проволоки. Одновременно на торце катушки ставится штамп, указывающий, что поверхность обмотанной проволоки проверена и имеет удовлетворительное качество. В таком виде катушки поступают в ОТК, где проверяется диаметр проволоки и еще раз просматривается качество обмотки, причем иногда этот контроль не ограничивается внешним наблюдением, и часто катушки отправляются в дополнительную перемотку.

После того как работницы ОТК окончательно признают продукцию годной, трафаретчица отмечает на приклеиваемом ярлыке марку провода, размер голый и изолированной проволоки, вес брутто и нетто и время выпуска. В таком виде катушки поступают в упаковку, где они несколько раз обматываются бумагой и заклеиваются.

На фиг. 48 изображена машина для перемотки изолированной меди средних и крупных сечений.

Спускной барабан устанавливается на особой стойке, расположенной на полу в непосредственной близости от работницы. С помощью ножного

тормоза работница имеет возможность останавливать приемный барабан и тормозить спускной. Работа на описываемой машине также крайне проста и сводится к тому, что работница, закрепив один конец на приемном барабане, приступает к перемотке, все время наблюдая за поверхностью меди. При обнаружении каких-либо дефектов работница или устраняет их в процессе перемотки или (если дефекты неустранимы) вырезает испорченные места проволоки, причем отдельные концы выводит за торец катушки. Когда катушка или барабан намотан полностью, работница прикручивает ярлык с указанием номера перемотчицы; и в таком виде проволока поступает в ОТК, где подвергается указанным выше операциям.



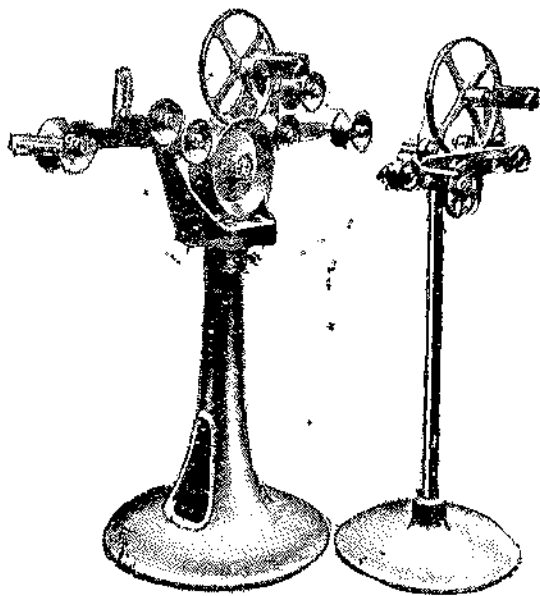
Фиг. 48. Станок для перемотки проволоки средних сечений.

Если готовая проволока поставляется в бухтах, то ее наматывают на особый съемный барабан, который после перемотки вынимают, и освобожденная таким образом проволока поступает сначала для контроля в ОТК, а затем — в упаковку.

Большое значение имеет перемотка крупных фасонных сечений медной проволоки. Этому процессу приходится уделять особое внимание, так как обычно такая проволока имеет исключительно ответственное назначение.

Иногда вышедшая из обмоточной машины медь имеет перегибы и прочие дефекты, которые приходится устранять в процессе перемотки. Чтобы выпрямить фасонную обмоточную медь, ее пропускают через особые ролики (фиг. 49), которые выпрямляют обмотанный провод. Одновременно на этом устройстве устанавливается счетчик для определения длины перематываемого провода. Так как толстая фасонная медь обычно перематывается на барабаны, на которых уже и отправляется заказчику, то контроль ОТК возможен в этом случае только в части наружных витков. Для исключения же каких-либо внутренних дефектов такой меди нужно выделять квалифицированных рабочих-смотчиков.

Часть голой медной проволоки, поступающей из волочильных цехов, прежде чем попасть на обмоточные машины, перематывается на катушки или барабаны, на которых уже и идет в обмотку. Перематка производится на описанных выше машинах, причем на обязанности рабочих лежит наблюдение за доброкачественностью поверхности проволоки. Ввиду того что мягкая медная проволока легко поддается растяжению, перематку ее следует производить без особого натяжения.



Фиг. 49. Прямильные станки.

При намотке голой проволоки чрезвычайно важно, чтобы она располагалась равномерно по всей ширине приемной катушки или барабана.

Часто раскладка по ширине производится вручную, что нежелательно; поэтому такую работу нужно стремиться всячески механизировать.

Контрольные вопросы.

1. Какие вы знаете конструкции оплеточных машин?
2. Как устроены коклюшечные оплеточные машины?
3. Чем достигается натяжение нити у коклюшечных оплеточных машин?
4. Как устроены розетки у оплеточных машин фирмы Горн?
5. Какие преимущества и недостатки оплеточных машин отдельных конструкций?
6. Как устроены раскладки у оплеточных машин различных конструкций? Какие здесь возможны мероприятия, улучшающие работу оплеточных машин?

7. Что такое шаг оплетки?
8. Как характеризуется плотность оплетки?
9. Что такое скорость оплетки и как ее определить?
10. Какая разница между машинами, оплетающими тонкие и толстые провода?
11. Как достигается расцветка оплетки провода?
12. Что нужно сделать для подготовки оплеточных машин к работе?
13. Как производится заправка сплеточных машин?
14. Что нужно делать во время работы оплеточной машины?
15. Какие требования предъявляются к хорошей оплетке?
16. Как нужно соединять отдельные пряди пряжи при обрывах их во время оплетки?
17. Каковы основные виды брака в оплетке и какие существуют меры для его предупреждения и устранения?
18. Почему важны хорошая смазка, чистка и уход за оплеточной машиной?
19. Как и для чего производится перемотка готовой обмоточной меди?
20. Какие обязанности лежат на работнице во время перемотки готовой обмоточной меди?
21. Почему особо важное значение имеет перемотка толстой фасонной меди?
22. Какими мероприятиями можно сократить количество работ по перемотке готовой меди?
23. Как производится пайка обмоточной меди?

ГЛАВА VI

ПРОИЗВОДСТВО ПРОВОДОВ С ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВОЙ И СТЕКЛЯННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

25. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОВОДАМ С ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Для изолирования проводов применяют асбест в виде ровницы, крученой пряжи и асбестовой бумаги.

Наш стандартный ассортимент кабельных изделий с асбестовой изоляцией предусматривает провода с изоляцией из асбестовой пряжи, маркируемые сокращенно ПА, и провода, имеющие кроме того оплетку асбестовой пряжей (марка ПАО). Эти провода обладают высокой теплостойкостью, так как изоляция их состоит из чистого асбестового волокна, содержащего лишь незначительную примесь хлопчатобумажного волокна.

Однако пробивное напряжение асбестовой изоляции невелико, хотя толщина ее получается весьма значительной (1—2 мм). Это обстоятельство, а также большая гигроскопичность изоляции ограничивают применение этих проводов. Их применяют преимущественно для подводок к нагревательным приборам, электрическим печам, прожекторам и т. п.

Недостатки проводов с асбестовой пряжей можно частично устранить, если накладывать изоляцию в виде ленты из асбестовой бумаги, изготов-

ляемой толщиной 0,125—0,64 мм. Однако эта бумага обладает сравнительно небольшой крепостью на разрыв (1,4—2,8 кг при ширине полоски 25 мм). На наших кабельных заводах изолирование проводов асбестовой бумагой почти не применяется.

Наиболее распространенными являются провода с комбинированной изоляцией из асбестового волокна и лака повышенной терлостойкости. Наш стандартный ассортимент кабельных изделий предусматривает эти провода под названием «провода медные с дельта-асбестовой изоляцией» (марка ПДА).

Дельта-асбестовая изоляция обладает лучшими свойствами, чем изоляция из асбестовой пряжи; так, ее пробивное напряжение выше (хотя все же незначительно), а гигроскопичность меньше. В целях повышения пробивного напряжения, влагостойкости и механической прочности в некоторых случаях применяют комбинацию из дельта-асбестовой изоляции с эмалью или лакотканью. При этом допускаемая рабочая температура, составляющая для дельта-асбестовой изоляции примерно 130—150°С, должна быть несколько понижена. Однако указанную температуру нельзя считать вполне установленной, так как она зависит от ряда факторов (прежде всего от типа лака) и может изменяться в каждом отдельном случае.

Остановимся более детально на требованиях, предъявляемых к этим проводам.

В настоящее время наши заводы изготовляют круглые провода с дельта-асбестовой изоляцией диаметром 1,0—5,0 мм и прямоугольные провода сечением 3—30 мм².

В табл. 13 приведены величины допустимых отклонений в толщине асбестовой изоляции.

Таблица 13

Круглые провода			Прямоугольные провода			
Диаметр проволоки, мм	Толщина изоляции на диаметр, мм	Допускаемые отклонения в толщине изоляции, мм	Большая сторона сечения, мм	Толщина изоляции по меньшей стороне сечения, мм	Толщина изоляции по большей стороне сечения, мм	Допускаемые отклонения в толщине изоляции, мм
1,0—2,1	0,25	+0,05	2,1—5,9	0,30	0,35	+0,05
2,25—5,0	0,30	+0,05	более 5,9	0,35	0,35	+0,05

Толщина дельта-асбестовой изоляции значительно выше всех других видов волокнистой изоляции, что является одним из основных ее недостатков. Кроме того на проводах с этой изоляцией часто встречаются отдельные узловатости и утолщения, главным образом из-за наличия в ривнице нерасчесанных кусков асбеста. По существующим техническим условиям (ВТУ № 129) такие утолщения допустимы, если толщина изоляции в этих местах не превышает двойной допуск. Минусовые допуски на изоляцию обычно не ограничиваются при условии удовлетворения изоляции всем требованиям технических условий.

Подклейка асбестовой изоляции к проводу должна производиться термостойким и химически нейтральным лаком, так как на проволоке

после ее изолирования не должно быть позеленения меди. Пролитывающий асбестовую изоляцию лак должен быть также теплостойким, должен обладать высокими электроизоляционными свойствами и не стекать при температуре $+150^{\circ}$.

На основании имеющейся практики и проведенных исследований можно рекомендовать в качестве подклеивающего лака—лак на глифталевой основе, а для пропитки—битуминозный лак.

Для дельта-асбестовых проводов исключительное значение имеет механическая прочность изоляции, так как в процессе производства электрических машин провода подвергаются тяжелым механическим воздействиям (от круглых изгибов проводов при изготовлении секций и при протаскивании проводов в пазы).

Поэтому по техническим условиям требуется, чтобы изоляция провода не отслаивалась и не давала трещин с оголением меди при накручивании круглого провода на металлический стержень диаметром, равным 8-кратному диаметру испытуемого провода в изоляции. Прямоугольные провода изгибаются валами вокруг стержня, диаметр которого в десять раз больше размера меньшей стороны провода в изоляции.

Испытание провода на сдирание изоляции производится на специальном приборе, в котором образец провода протаскивается между двумя неподвижными полированными металлическими стержнями, на один из которых накладывается груз. Для проводов круглого сечения величина этого груза должна составлять $3 d$ кг, где d —диаметр голого провода в мм; для прямоугольных проводов груз должен быть равен $5 B$ кг, где B —ширина голого провода в мм.

Теплостойкость изоляции определяется путем испытания ее на механическую прочность (на изгиб и на сдирание, в соответствии с приведенными выше условиями и нормами), причем испытываемые образцы провода предварительно должны выдерживаться в течение 24 час. при температуре 150° .

Дельта-асбестовая изоляция должна обладать определенной электрической прочностью. По существующим техническим условиям требуется, чтобы пробивное напряжение изоляции провода как в состоянии поставки, так и после суточного пребывания при температуре 150° было не меньше 450 в. По специальной договоренности между заказчиками и поставщиками допускается поставка провода с пробивным напряжением после вышеуказанной термообработки не ниже 350 в.

Испытание провода с дельта-асбестовой изоляцией на электрический пробой производится следующим образом.

Образец провода длиной около 500 мм помещается в стакан с дробью диаметром 2—3 мм так, чтобы концы его выходили наружу не менее чем на 30 мм. Напряжение подводится к дроби и к медному проводу и плавно повышается до пробоя.

Учитывая особо ответственное назначение проводов с дельта-асбестовой изоляцией и легкую повреждаемость этой изоляции, особое внимание приходится обращать на качество упаковки. Провода должны поставляться рядами без перехлесток, причем расстояние от верхнего слоя намотки должно быть не менее 10 мм. Намотанный на барабан провод должен быть обернут двумя слоями бумаги или мешковичной и плотно завязан бичевой. На каждый барабан допускается намотка до четырех концов, причем длина конца должна быть не менее 15 м.

26. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПРОВОДАМ СО СТЕКЛЯННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

В настоящее время обмоточные провода со стеклянной изоляцией изготавливаются изолированными двумя слоями стеклянного волокна (марка ПСД). Повидимому провода этой марки получают наибольшее распространение по сравнению с другими конструкциями обмоточных проводов со стеклянной изоляцией. Провода с однослойной обмоткой марки ПСО имеют все недостатки, свойственные аналогичным проводам с хлопчатобумажной и шелковой обмотками; такая изоляция механически ненадежна, легко сползает с провода и образует просветы при изгибах. Просветы получают также в случае обрыва отдельных нитей в пряжке. Провод с двухслойной обмоткой (ПСД) лишен указанных недостатков; он обладает достаточной электрической прочностью, делающей ненужной третью обмотку стеклянной пряжей (за исключением специальных конструкций).

В настоящее время провода со стеклянной изоляцией изготавливаются как круглого, так и прямоугольного сечения. Диаметр круглых проводов пока ограничен пределами 1,00—5,2 мм, а сечение прямоугольных проводов — пределами 2,1—24,4 мм². С изготовлением и установкой новых обмоточных машин, специально приспособленных для наложения стеклянной изоляции, эти пределы будут расширены в ту и другую сторону. Рассчитывать на обмотку стеклянным волокном тонких проволок (диам. 0,05—0,5 мм), которые обматываются хлопчатобумажной пряжей и шелком, пока нельзя. Стеклянные элементарные волокна обладают значительно меньшей эластичностью и гибкостью, чем вышеуказанные волокнистые материалы. Поэтому при обмотке тонких проволок они ломаются, и обмотка принимает шершавый и совершенно непригодный вид. С устройством специальных машин, приспособленных для наложения на провода малого сечения стеклянной изоляции с подкладкой, задача сильно облегчается; однако радикальное решение вопроса возможно только при применении стеклянного шелка с минимально возможным диаметром элементарных волокон.

При изолировании прямоугольной меди нужно всячески избегать применения проволоки с острыми режущими гранями, которые легко могут повредить налагаемую изоляцию.

Так как в настоящее время наложение стеклянной изоляции производится преимущественно на неусовершенствованных машинах и технологический процесс изготовления стеклянного волокна еще недостаточно налажен, то выпускаемые провода имеют значительную толщину изоляции, в пределах, указанных выше для проводов с дельта-асбестовой изоляцией.

Последующей доработкой технологического процесса удастся уменьшить толщину стеклянной изоляции и сделать ее во всяком случае равной толщине хлопчатобумажной изоляции провода марки ПБД.

Прохождение провода в процессе обмотки через ряд направляющих роликов, электрические печки, ванны с лаком и т. д. вызывает некоторое нагарывание и вытягивание проволоки, вследствие чего технические условия допускают уменьшение удлинения провода со стеклянной изоляцией на 8% против нормального.

К обмотке стеклянным шелком предъявляются примерно те же требования, что и к обмотке хлопчатобумажной пряжей и шелком. Нити изоляционного покрова должны быть наложены на проволоку плотными равномерными рядами. В изоляции не должно образовываться оголенных мест и заметных невооруженным глазом просветов и разрывов отдельных нитей при изгибании круглой обмоточной меди на 180° на стержне диа-

метром, равным пятикратному диаметру изолированной проволоки. Прямоугольная проволока подвергается такому же испытанию, но при диаметре стержня, равном десятикратному размеру меньшей стороны изолированной проволоки. Прочность прилегания стеклянной изоляции к проводу проверяется испытанием на сдирание с соблюдением тех же условий и норм, которые описаны выше для проводов с дельта-асбестовой изоляцией.

Нужно, однако, отметить, что качественно изготовленные провода выдерживают свободно многократное последовательное испытание на сдирание.

Нормально пробивное напряжение стеклянной изоляции провода должно составлять 550—600 в (или около 4,5 кв/мм). После прогрева при температуре около 300° это пробивное напряжение снижается обычно до 400 в.

По нормам (ВТУ 3291-43) пробивное напряжение в состоянии поставки должно быть не менее 450 в, а после указанных выше испытаний на изгиб и последующего пребывания в течение 24 час. при температуре 150° — не менее 350 в. Испытание на пробой ведется так же, как для проводов с дельта-асбестовой изоляцией.

Исследования показывают, что после пребывания при температуре 150° электрическая прочность провода не снижается.

Для проводов со стеклянной изоляцией исключительное значение имеет качество упаковки, так как механические воздействия особо вредно отражаются на этих проводах. Как правило, провода должны поставляться на катушках или на деревянных барабанах, намотка должна быть ровной, без перехлестов, и т. д. Учитывая, что в настоящее время эти провода изготавливаются на несовершенном оборудовании, в катушках и барабанах допускается следующее число концов (табл. 14)

Таблица 14

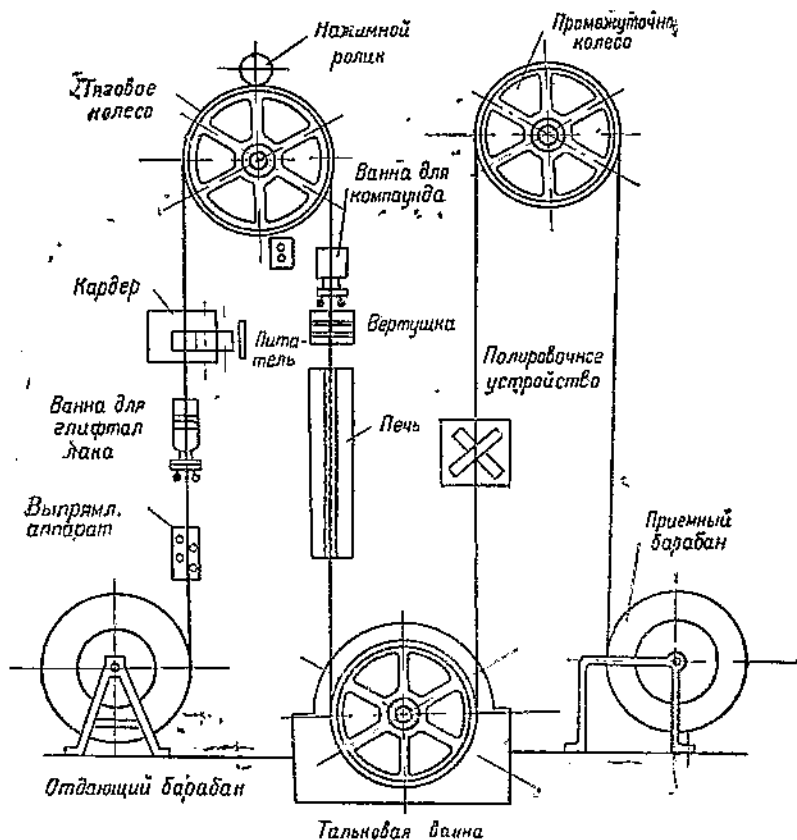
Диаметр провода, мм	Вес одного конца не менее, кг	Число концов, не более
1,0—1,5	2	2
1,62 - 5,2	4	6
Прямоугольные провода всех размеров	7	8

С применением для производства проводов со стеклянной изоляцией специализированных и усовершенствованных машин число концов на барабанах и катушках должно значительно уменьшиться, а минимальный вес каждого конца возрасти.

27. УСТРОЙСТВО ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВЫХ МАШИН

Здесь мы коснемся устройства тех дельта-асбестовых машин, которые применяются в СССР. На фиг. 50 приведена схема машины фирмы Дженерал Электрик для наложения дельта-асбестовой изоляции. Процесс наложения этой изоляции состоит в следующем. Подлежащий изолированию голый провод сматывается с отдающего барабана и попадает в особое выпрямляющее устройство, в котором он последовательно прохо-

диг через несколько пар стальных роликов, расстояние между которыми точно регулируется соответственно сечению провода. Далее провод проходит деревянный блок, регулирующий его натяжение, и поступает через уплотненный резиновыми прокладками сальник в сосуд с подклеивающим лаком. Обычно для этого берется лак, обладающий высокой теплостойкостью, например глифталевым лак, представляющий собой раствор



Фиг. 50. Схема-дельта-асбестовой машины фирмы Дженерал-Электрик.

глифталя в смеси спирта и бензола. Выйдя из ванны с лаком, провод вращается между круглыми вращающимися щетками из хлопчатобумажных нитей. Щетки снимают с провода излишек лака, который стекает обратно в ванну. Иногда для удаления избытка лака с поверхности проволоки вместо щеток применяется зажим из фетра или хлопчатобумажной пряжи, который устанавливается над ванной с лаком и через который провод пропускается после выхода из ванны. После этого провод проходит через главную рабочую часть машины — обмоточный аппарат (кардер),

где он покрывается асбестовым волокном. Покрытый асбестовым волокном провод проходит через магнитный детектор, представляющий собой электромагнитный прибор, который при помощи тормоза автоматически останавливает машину в случае попадания в изоляцию провода стальных игл из кардоленты. Вообще понятно, что попадание в изоляцию провода металлической иглы, оторвавшейся от кардоленты, привело бы к резкому понижению сопротивления изоляции. Сталь является магнитным материалом, отчего при прохождении через детектор провода со стальной иглой в изоляции магнитное сопротивление между полюсами детектора резко уменьшается. Быстрота действия управляемого детектором тормоза такова, что при обычной скорости изолировки (около 2 м/мин) машина останавливается не позже того, как будет изолировано еще 50 мм провода после фиксации того места изоляции, в котором задела игла.

Чаще магнитный детектор устанавливается не на изолировочной машине, а у перемоточного станка, и проверка провода на отсутствие в изоляции железа производится при перемотке.

Выйдя из кардера, изолированный провод попадает на тяговое колесо с натяжным приспособлением, с которого он поступает также через сальник во вторую ванну с битуминозным лаком или каким-либо другим составом. Далее провод проходит через печь с электрическим подогревом, где при температуре в пределах 350—400° происходит подсушка изоляции. При остановке машины (например при попадании в изоляцию иглы) двери печи автоматически приоткрываются во избежание чрезмерного и вредного для изоляции местного перегрева.

Выходящий из сушильной печи провод подвергается приудриванию тальком. Затем провод проходит между двумя круглыми щетками, которые вращаются вокруг взаимно пересекающихся осей и снимают с поверхности провода излишек талька.

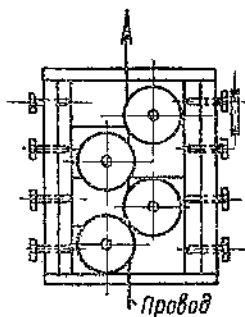
Заключительной операцией при наложении на провод дельта-асбестовой изоляции является калибровка последней путем пропускания провода сквозь отверстие в специальных сменных стальных плашках. Размеры отверстий этих плашек на 10% меньше размеров изоляции готового провода, так как вследствие своей эластичности изоляция по выходе из плашек несколько расходится. Вслед за этим окончательно готовый провод наматывается на приемный барабан.

Остановимся подробнее на главнейших частях дельта-асбестовой машины.

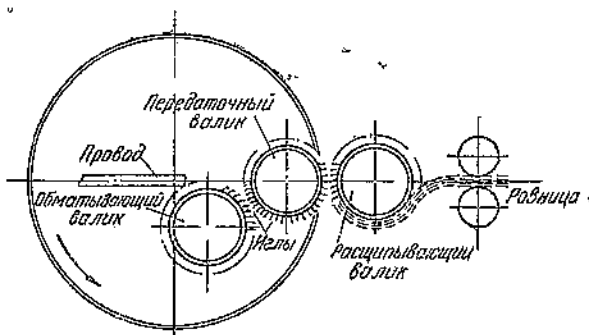
1. Прямильный аппарат состоит из четырех пар роликов, причем две пары роликов по отношению к двум остальным повернуты под прямым углом. В зависимости от размеров провода можно регулировать их положение. Для прямолинейности проволоки ролики имеют профилированные канавки, причем при изготовлении круглых профилированных проводов устанавливаются ролики с треугольной канавкой, а для плоских проводов — с прямоугольной канавкой. Общий вид двух пар прямильных роликов дан на фиг. 51.

2. Ванны для глифталевого и битуминозного лаков представляют собой небольшие металлические резервуары цилиндрической формы. Нижняя часть ванны съемная и имеет отверстие для прохождения провода. Для того чтобы лак не вытекал, в нижней части ванны имеется выемка, в которую вкладываются резиновая и фетровая прокладки. Для прохождения провода в них делаются соответствующие прорезы. Плотность обжима прокладками регулируется завинчиваемым барашком в нижней части ванны.

3. Кардер представляет собою полый цилиндр, внутри которого находятся два валика, покрытых кардной лентой. Последняя представляет собой грубую волокнистую ткань, поверх которой в виде щетины густо расположены стальные иглы. Кардер жестко сцеплен с валом и вращается с ним вокруг своей оси. Кардные валики помимо этого вращаются также вокруг своих осей, что осуществляется помощью шестеренных и червячной передач, расположенных в нижней части кардера. Кроме двух кардных валиков, находящихся внутри кардера, вне его расположен третий кардный валик, как это видно на фиг. 52. Кардер работает следующим образом. Ровница подается на первый так называемый расщипывающий валик, кардолента которого состоит из весьма крепких и коротких проволочек. Второй валик является передаточным. Он снимает волокно с первого валика и передает его на третий обматывающий валик. При



Фиг. 51. Прямильный аппарат.



Фиг. 52. Кардер.

каждом обороте кардера обматывающий валик плотным слоем накладывает на поверхность провода асбестовое волокно, легко пристающее к нему благодаря клейкости покрывающего провод лака. Иглы передающего валика тоньше и длиннее, чем у первого расщипывающего валика. Наконец, иглы обматывающего валика выбираются еще более тонкими и длинными.

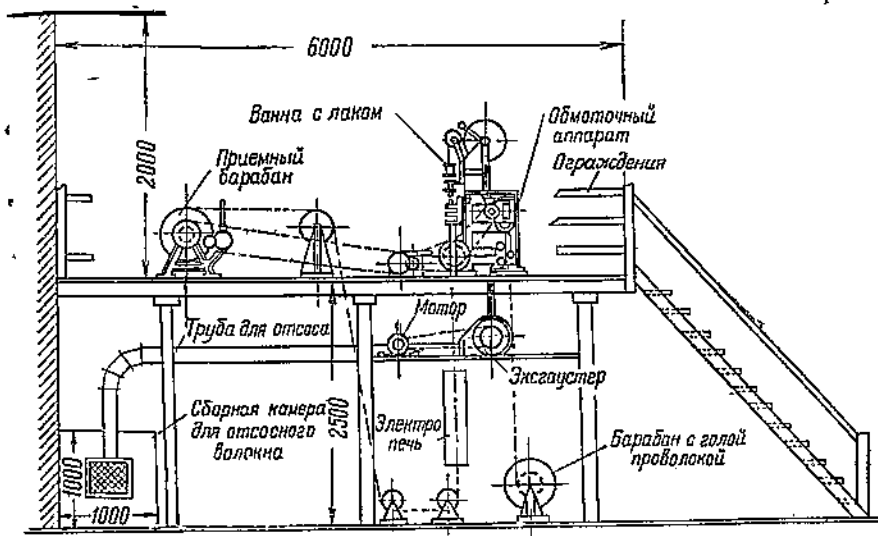
Кардер и часть расщипывающего валика окружены особым кожухом, из которого через особую трубу вентилятором (эксаустером) отсасываются в сборную камеру пыль и отскакивающие от карда отдельные волокна. При отсутствии защитного кожуха и эксгаустера пыль и волокна засоряли бы как части машины и накладываемую изоляцию, так и воздух в помещении.

4. Талькирующее устройство состоит из ванны, в которой вращается колесо с лопаточками на ободе. В ванну насыпан тальк. Провод касается колеса и, проходя, заставляет его вращаться. При этом лопаточки набирают тальк и обсыпают им провод. Все устройство покрыто кожухом.

5. Сушильная печь обычно выполняется с электрическим подогревом и представляет собой изолированную асбестом трубу, поверх которой намотаны нихромовые спирали, по которым проходит электрический ток. Печь обычно заключается в железный кожух, причем пространство между кожухом и обмотками в целях уменьшения теплоотдачи засыпается теплоизолирующим материалом.

Мы не будем касаться других второстепенных деталей машины, а также приемного устройства, которое в основном весьма схоже с приемными устройствами горизонтальных обмоточных машин. Описанная машина фирмы Джeneral Электрик имеет четыре хода, причем для облегчения ее обслуживания она окружена в верхней своей части металлической площадкой, с которой легко производить наблюдение и контроль за работой кардера и других основных деталей машины.

На фиг. 53 приведен эскиз установки другой применяемой у нас машины для наложения дельта-асбестовой изоляции фирмы Тоде. Эта ма-



Фиг. 53. Эскиз установки для наложения дельта-асбестовой изоляции.

шина в основном не отличается от описанной выше машины, только конструктивно она выполнена несколько легче, чем машина фирмы Джeneral Электрик. Нужно только отметить, что у этой машины кардер снабжен четырьмя валками, обтянутыми кардолентой. Дополнительный четвертый валок, помещающийся между передаточным и обматывающим валками, производит расчес ровницы и, передавая таким образом подготовленную ровницу, облегчает работу обматывающего валика.

28. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОДОВ С ДЕЛЬТА-АСБЕСТОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Процесс изготовления проводов с дельта-асбестовой изоляцией значительно сложнее процесса изготовления изолированных проводов на обмоточных и сплеточных машинах. Для успешной работы требуется большой навык и хорошее знание процесса.

Перед началом работы необходимо проверить размеры голой проволоки и установить бухты с проволокой на разъемные барабаны. Очень часто выгодно предварительно голую проволоку намотать на деревянные барабаны и использовать последние в качестве отдающих барабанов на

дельта-асбестовой машине. Асбестовую ровницу целесообразно предварительно высушить в течение 12 час. при температуре не менее 60°. При заправке провода нужно проверить, установлены ли в прямилном аппарате ролики с соответствующими качавками. При этом ролики должны быть установлены так, чтобы проволока касалась каждого из них. В ванне должен быть налит лак, причем объем его следует поддерживать постоянным и равным примерно трем четвертям объема ванны.

Исключительное внимание должно быть уделено наладке кардера. Регулировка толщины изоляции должна производиться изменением подачи асбестовой ровницы в кардер, что достигается соответствующей перестановкой сменных шестерен. Более тонкая регулировка достигается изменением числа оборотов изолирующего кардного валика. Регулировку равномерности наложения асбестовой изоляции можно производить сближением или удалением кардных валиков.

Проволока в кардере должна проходить возможно ближе к обматываемому кардному валлику, но не должна касаться его. Особое внимание нужно также уделять тому, чтобы провод надлежаще зажимался между фетровыми и резиновыми прокладками, исключаящими вытекание лака из ванны. Наконец, с особой тщательностью необходимо следить за температурой в сушильных печах, поддерживать ее в пределах, указанных в производственных инструкциях. Изменение температуры производится с помощью регулирующего силу тока реостата, устанавливаемого для каждого хода машины. Измерение температуры после каждого изменения положения движка реостата следует производить не ранее чем через 10 мин. В современных машинах нужный температурный режим обеспечивается установкой автоматических терморегуляторов.

Чтобы предотвратить слипание витков изолированного провода на приемном барабане пропускают провод через ванну с сухим тальком. Ванна должна быть всегда засыпана не менее чем на три четверти.

Для удаления лишнего талька провод пропускается между двумя круглыми щетками, которые вращаются вокруг взаимно пересекающихся осей и снимают с поверхности провода излишек талька.

Заключительной операцией при наложении на провод дельта-асбестовой изоляции является калибровка провода.

На эту операцию необходимо обращать особое внимание, так как чрезмерное обжатие, к которому приходится прибегать при завышенной толщине асбестовой изоляции, придает большую жесткость (нагартовку) медному проводу и вызывает на его поверхности вмятины и прочие недопустимые дефекты.

Причиной завышенной толщины изоляции может явиться неправильная установка шестерен для валиков, подающих асбестовую ровницу в кардер, а также пропитка асбестовой изоляции слишком густым битуминозным лаком, неправильная установка ниппелей и т. п. Однако основной причиной этих дефектов нужно считать низкое качество асбестовой ровницы. В случае применения ровницы из длиноволокнистого асбеста (марка Крюд) обычно нетрудно добиться сплошной и ровной обмотки необходимой толщины. В процессе наладки и работы машины необходимо тщательно измерять размеры провода с изоляцией.

В процессе работы повседневное внимание нужно уделять состоянию вытяжной вентиляции, так как если ее устройство тщательно не чистить в установленные сроки, она легко забивается частицами асбестового волокна, перестает надлежаще работать, что создает очень тяжелые условия работы для обслуживающего персонала.

29. ПРОИЗВОДСТВО ПРОВОДОВ СО СТЕКЛЯННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

При наличии качественной стеклянной пряжи производство проводов со стеклянной изоляцией не встречает серьезных технических затруднений. Тростка стеклянной пряжи производится на обычных тростильных машинах.

Несколько затруднительным является подбор необходимого числа нитей. Дело в том, что обычные методы расчета, которые применяются при обмотке хлопчатобумажной пряжей, нельзя полностью применить при обмотке стеклянной пряжей, так как пока еще нет окончательной нормализации параметров стеклянного волокна. Поэтому подбор количества стеклянных нитей в пряжке производится опытным путем.

В настоящее время на наших заводах стеклянная изоляция накладывается на переоборудованных горизонтальных обмоточных машинах. Для приспособления этих машин под производство проводов со стеклянной изоляцией у них устанавливаются три ванночки с лаком. Одна из ванночек предназначается для покрытия меди лаком, а вторая и третья — для пропитки лаком стеклянной изоляции. Для подсушки и запекания лака между тлговым колесом и приемником устанавливаются две вертикальные печи. Каждая печь представляет собой газовую трубу с обмоткой нихромовой проволокой и изоляцией из асбестового картона. Печи заключены в кожух из кровельного железа. Для раскладки готового провода на барабане вторая печь закреплена только в верхней точке и таким образом имеет возможность следовать за раскладкой.

Скорость обмотки у этих машин составляет около 2 м/мин, причем для этой скорости оптимальная температура в первой печи должна быть в пределах (для принятой рецептуры глифталевого лака на ацетоне) 220—230° и во второй печи — 190—200°. Общая схема такой машины показана на фиг. 54.

Регулирование температуры производится помощью терморегулятора, не показанного на вышеуказанной схеме.

Для удаления паров растворителя должна быть установлена местная вентиляция с отсосом у верхних концов печей. Практика показала необходимость дополнительной общей вентиляции от машины.

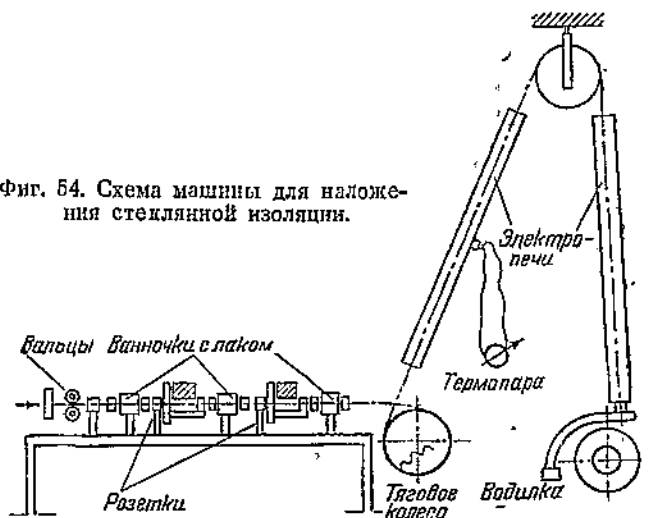
Мы не останавливаемся здесь на отдельных деталях машины, так как они описаны выше. При изготовлении ванночек особое внимание должно быть обращено на то, чтобы они были снабжены надлежащими прокладками в местах прохождения провода, исключающими вытекание лака. Ванночки желательно выполнять закрытого типа. Вместе с тем должен быть обеспечен быстрый и повседневный контроль количества находящегося в ванночках лака. Для этой цели, а также для облегчения заполнения ванн лаком, весьма целесообразно устанавливать над машинной бачок с лаком, соединяя его трубопроводами с ванночками.

Переоборудованные таким образом горизонтальные обмоточные машины позволяют изолировать главным образом провода крупных сечений (фасонную медь и круглую проволоку диаметром более 2,0—2,5 мм). Для изолирования более тонких проводов (диаметром 0,8—2,0 мм) в случае отсутствия специализированных машин можно рекомендовать применение обычных обмоточных машин, например вертикальных обмоточных машин завода им. Маленкова или фирмы Нигауз. Так как стеклянное волокно легко скользит по медной проволоке, что приводит к нарушению целостности обмотки, то наложение стеклянного волокна необходимо производить с подклейкой к проводу. Для этого на указанных обмоточных машинах дополнительно устанавливают ванночки с подклеивающим

лаком (обычно глифталевым). При обмотке двумя слоями вторую ванночку целесообразно устанавливать для покрытия провода лаком после первого слоя стеклянного волокна. Исследования показали, что механическая прочность изоляции в этом случае сильно возрастает. Для этой цели можно применять такие же ванночки, как и на дельта-асбестовых машинах. Для облегчения заполнения ванн лаком целесообразна установка центрального бачка.

На дооборудованных таким образом машинах обмотка проводов стеклянной изоляцией почти ничем не отличается от описанной выше обмотки хлопчатобумажной пряжей.

Фиг. 54. Схема машины для наложения стеклянной изоляции.



Обмотанный провод дополнительно пропускается на эмали-станках три-четыре раза через ванну с глифталевым лаком с последующей сушкой после каждого прохода в эмалипечи. Испытания изготовленных таким образом проводов со стеклянной изоляцией дали вполне положительные результаты.

Нужно, однако, отметить, что на описанных выше машинах крайне затруднительно получить вполне доброкачественный провод со стеклянной изоляцией. В особенности это касается переоборудованных горизонтальных обмоточных машин, которые имеют следующий основной недостаток: в случае остановки машины по каким-либо производственным причинам (окончание бобины, обрыв пряжки и т. д.) провод задерживается в электрической печи, вследствие чего возможна порча изоляции. Это приводит к короткомерным концам и неравномерности изоляции по запеканию. Поэтому для развития производства обмоточных проводов со стеклянной изоляцией необходима разработка специальных конструкций обмоточных машин, с соблюдением нижеследующих условий.

1. Машины должны иметь от двух до шести ходов, в зависимости от сечения изготавливаемой обмоточной меди. Для сечений меньше 10—15 мм² должны быть приняты вертикальные обмоточные машины, а для более крупных сечений — горизонтальные.

2. Линейная скорость обмотки должна быть не менее 1,5 м/мин. Должна быть предусмотрена возможность изменения скорости в зависимости от диаметра провода.

3. Каждый ход должен иметь индивидуальное выключение и плавное регулирование скорости обмотки. При этой регулировке соответственно должно изменяться и число оборотов обмотчиков.

4. Ванночки с пропитывающим и подклеивающим лаком должны иметь хорошее уплотнение в местах входа и выхода провода.

5. Электрические печи должны обеспечивать поддержание температуры в пределах 200—400° с точностью $\pm 5^\circ$. Длина печи должна обеспечивать хорошую сушку и запекание лака.

6. На случай остановки хода машины для перезаправки или ликвидации обрывов должны быть предусмотрены автоматические приспособления для предотвращения сгорания изоляции.

7. Машины должны быть оборудованы хорошей вентиляцией.

8. Во избежание повреждений стеклянного шелка в местах его соприкосновения с деталями машины не должно быть острых углов и значительных изгибов.

9. Должны быть обеспечены простота и удобство обслуживания.

Интерес представляют разработанные на одном из наших заводов конструкции обмоточных машин, специально приспособленных для наложения стеклянной изоляции. На фиг. 55 показан общий вид горизонтальной обмоточной машины, предназначенной для наложения изоляции на провода сечением 10—20 мм². Машина двухходовая, причем оба хода приводятся во вращение от отдельных электродвигателей мощностью 1,3 кв. От этих же двигателей с помощью шестеренных передач приводится в движение приемное устройство машины. Каждый ход имеет три ванночки и оборудован двумя центральными обмотчиками. На фиг. 55 указаны также магазины для хранения запасных бобин со стеклянной пряжей. Сушка провода после наложения стеклянной изоляции производится в четырех электрических печах, расположение которых также указано на чертеже. Для устранения повреждений изоляции во время остановок предусмотрено автоматическое раскрытие печей и отведение одной половинок их (с нагревательными элементами) на некоторое расстояние.

На фиг. 56 приведена схема вертикальной обмоточной машины для наложения стеклянной изоляции на провода сечением 2—10 мм². В обмоточной части эта машина приближается к описанным выше вертикальным машинам, которые изготовлялись у нас на заводе имени Маленкова. Расположение печей отчетливо видно на фиг. 56, причем обе печи в этом случае совершенно неподвижны, так как возможность равномерной раскладки провода на приемном барабане здесь достигается тем, что провод из второй печи выходит вверх и, обогнув направляющий ролик, направляется на приемные барабаны. Значительное расстояние между этим роликом и приемным барабаном обеспечивает свободную раскладку на всей ширине барабана. Печи — створчатого типа. На одной станине одновременно предполагается монтировать четыре-шесть описанных ходов.

Недавно полученная и пущенная на одном из заводов в эксплуатацию обмоточная машина для наложения стеклянной изоляции американской фирмы Синкро в основном не отличается от нашего проекта, приведенного на фиг. 55. На этой машине такое же расположение и конструкция обмотчиков и магазинов запасных бобин. Так же, как и в приведенном проекте, сушильные печи расположены внизу машины, только здесь вместо четырех печей расположены три печи в ряд, отчего вся машина имеет довольно большую длину (около 8 м). Кроме того в отличие от разработанного у нас проекта полученная машина допускает одновременное наложение четырех слоев стеклянной изоляции. Отдающее и приемное устройства расположены с одной стороны машины.

Интерес представляет устройство нагревательных элементов электрических печей. Последние представляют собой трубки из жароупорной стали, внутри которых находится электротехнический уголь, изолированный от металлических трубок теплоустойчивым керамическим слоем. Интересно также отметить, что на всей машине имеется только одна ванночка для покрытия провода лаком после обмотки его стеклом. Первоначальная работа этой машины только с одной этой ванночкой положительных результатов не дала, так как механическая прочность изоляции получалась совершенно недостаточной и поэтому пришлось дополнительно установить две ванночки с лаком, как и у описанных выше обмоточных машин. Возможность работы машины с одной ванночкой объясняется повидимому тем, что американское стеклянное волокно обладает весьма небольшим (не более 1—3%) количеством замазливателя, что дает возможность за один проход через ванночку с лаком хорошо пропитать всю изоляцию провода. Описанная обмоточная машина работает очень спокойно и дает вполне качественное наложение стеклянной изоляции.

Стеклянная изоляция может налагаться на провода также и в виде оплетки. Для этого можно приспособить обычные конюлочные оплеточные машины. В них только необходимо предусмотреть, чтобы детали, с которыми соприкасаются стеклянные нити, были изготовлены из закаленной хромированной стали, так как стеклянная пряжа очень тверда и будет быстро прорезать более мягкие материалы.

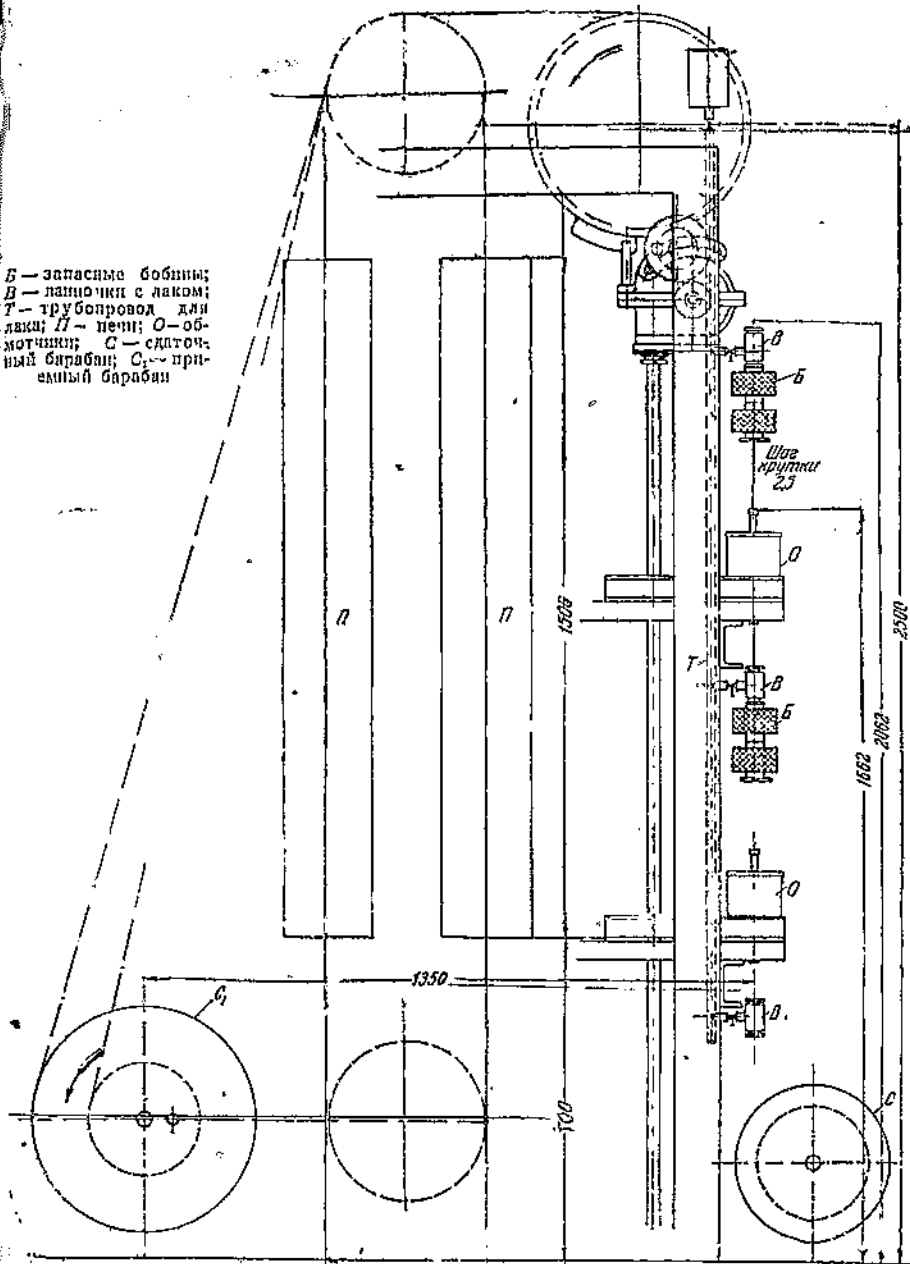
Не останавливаясь детально на технологии обмотки стеклянной пряжей, так как она совершенно тождественна технологии обмотки хлопчатобумажной пряжей, отметим только те ее особенности, на которые нужно обращать особое внимание в процессе производства проводов со стеклянной изоляцией.

1. Необходимо следить за тем, чтобы провод тщательно покрывался подклеивающим и пропитывающим лаками. Для этого необходимо, чтобы в горизонтальных ваннах провод всегда был полностью погружен в лак. При вертикальных ваннах необходимо следить за тем, чтобы количество лака в них точно соответствовало количеству, предусмотренному производственными инструкциями.

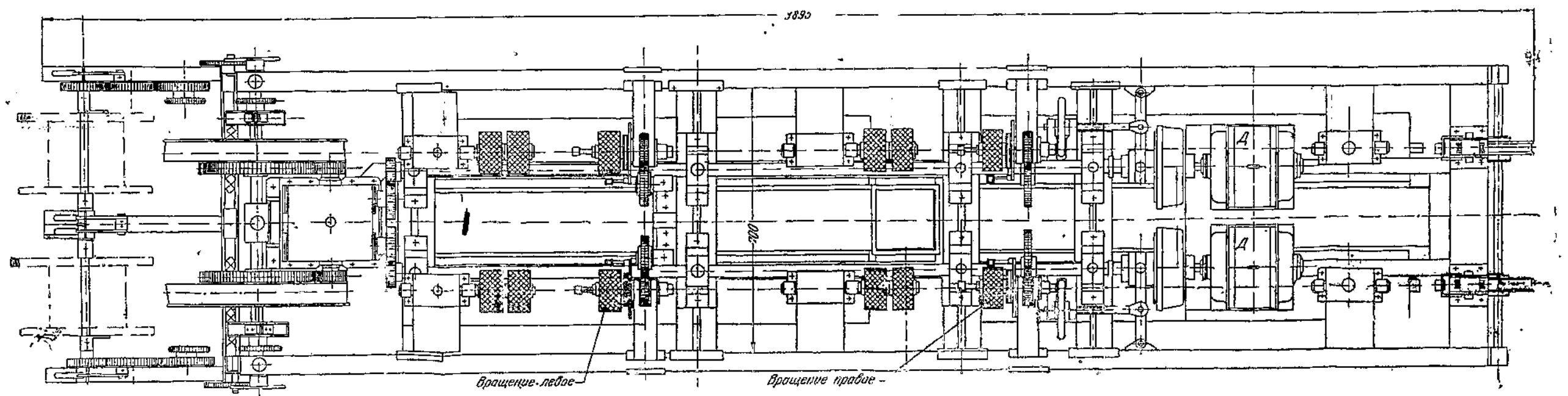
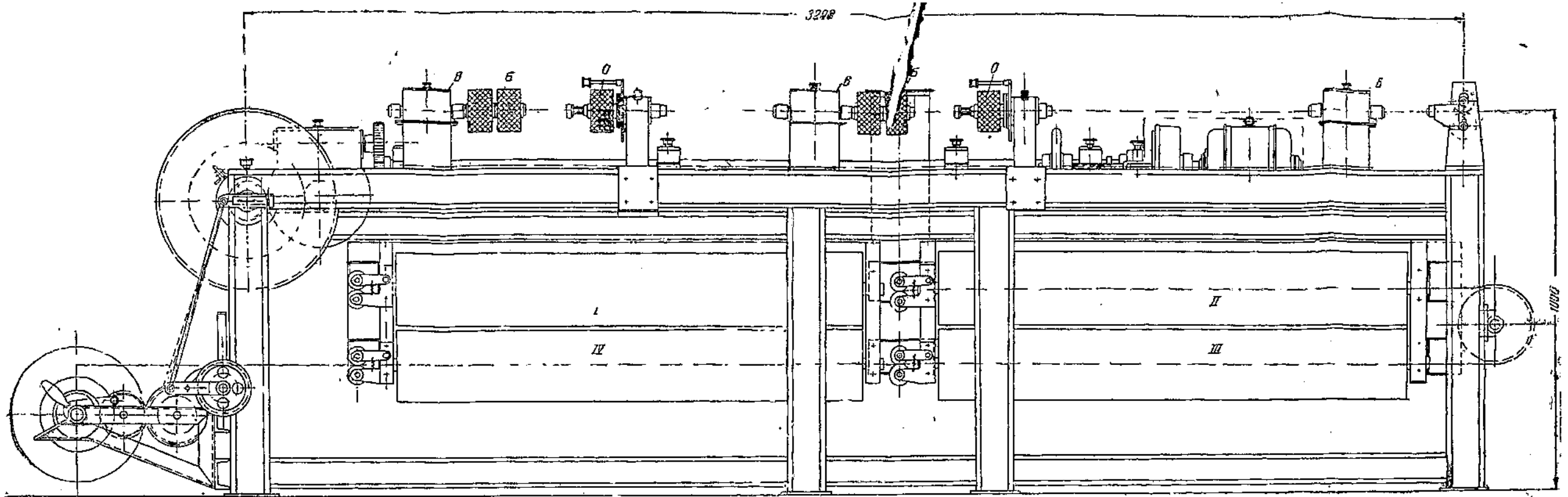
2. Особо тщательно должна контролироваться температура в сушильных печах, которая должна строго поддерживаться в пределах, ограниченных инструкцией. Температуры в печах обычно регулируется автоматически помощью терморегуляторов, а величина температуры контролируется по градуированному в градусах гальванометру.

3. В настоящее время в качестве растворителя подклеивающих и пропитывающих глифталевых лаков применяется ацетон, который обладает легкой воспламеняемостью и большой горючестью. Поэтому необ-

Б — запасные бобины;
 В — ланочки с лаком;
 Т — трубопровод для
 лака; П — пени; О — об-
 мотчики; С — сдаточ-
 ный барабан; С₁ — при-
 емный барабан



Фиг. 56. Схема одного хода вертикальной обмоточной машины для наложения стеклянной изоляции на провода средних сечений



Фиг. 55. Горизонтальная обмоточная машина для наложения стеклянной изоляции на провода больших сечений.
 В — валички с лаком; О — обмотчики; Б — запасные бобины; I, II, III и IV — печи; Д — электродвигатели.

ходимо безоговорочно соблюдать все установленные правила пожарной безопасности. В частности воспламенение легко может произойти от недопустимого повышения температуры нагрева в электропечах и от засорения вентиляционных труб, так как скапливающийся в последних конденсат может явиться причиной загорания.

4. Качество проводов в очень большой степени зависит от правильности сушки провода. Черный цвет провода свидетельствует о пересохшем изоляционном, а светлый о том, что провод недосушен. Доброкачественный провод должен иметь светло-коричневый цвет. Эти указания действительны для принятых в настоящее время рецептур глифталевого лака.

5. Оба слоя обмотки должны быть наложены в разные стороны, плотно, равномерно, без каких-либо просветов и дефектов.

Все замеченные дефектные места должны исправляться, а если исправление невозможно, безоговорочно вырезаться.

Контрольные вопросы

1. Каков сортамент выпускаемых сейчас проводов с дельта-асбестовой и стеклянной изоляцией?

2. Какие требования предъявляются к проводам с дельта-асбестовой изоляцией?

3. Какая основная часть дельта-асбестовой машины и как она устроена?

4. Почему в жардере применяется кардолента различных сортов?

5. Какие лаки применяются в производстве дельта-асбестовых проводов?

6. Каково назначение талькирующего устройства?

7. Какие требования предъявляются к машинам для наложения стеклянной изоляции?

8. Почему однослойное наложение стеклянной изоляции имеет небольшое применение?

9. В чем основные трудности обмотки стеклянным волокном проводов малых сечений?

10. Как устроена машина для наложения стеклянной изоляции фирмы Синхро?

11. Как в настоящее время с использованием эмальпечей можно готовить провода со стеклянной изоляцией диаметром 0,8—1,2 мм?

12. Можно ли оплетать провода стеклянным волокном и что для этого нужно?

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие к третьему изданию	2
Введение	3
ГЛАВА I. Сырье и полуфабрикаты	
1. Голая медная проволока	6
2. Эмаллированная медная проволока	9
3. Проволока из других металлов	14
4. Хлопчатобумажная пряжа	15
5. Изоляционный шелк	17
6. Изоляционная бумага	20
7. Асбестовая пряжа	22
8. Стекловолокно	24
ГЛАВА II. Общие сведения об изделиях обмоточных цехов	
9. Основные виды обмоточной меди и проводов с волок- нистой изоляцией	27
10. Требования, предъявляемые к изоляции обмоточной меди и проводов с волокнистой изоляцией	30
ГЛАВА III. Трощение	
11. Устройство размоточных станков	41
12. Устройство тростильных машин	43
13. Технологический процесс трощения	45
14. Обслуживание тростильных машин	46
15. Производительность тростильных машин	48
ГЛАВА IV. Обмотка	
16. Устройство обмоточных машин	49
17. Технологический процесс обмотки	71
18. Обслуживание обмоточных машин	78
19. Повышение производительности труда на обмоточных машинах	81
ГЛАВА V. Оплетка	
20. Устройство оплеточных машин	82
21. Технологический процесс оплетки	91

22. Обслуживание оплеточных машин	94
23. Производительность оплеточных машин	96
24. Размотка голой и изолированной проволоки	97

ГЛАВА VI. Производство проводов с дельта-асбестовой и стеклянной изоляцией

25. Требования, предъявляемые к проводам с дельта-асбестовой изоляцией	103
26. Требования, предъявляемые к проводам со стеклянной изоляцией	106
27. Устройство дельта-асбестовых машин	107
28. Технологический процесс изготовления проводов с дельта-асбестовой изоляцией	111
29. Производство проводов со стеклянной изоляцией	113



Редактор инж. Л. Н. Баптиданов

Тех. ред. И. М. Скворцов

Сдано в набор 17 VIII 1944 г. Подписано к печати 7.IV 1945 г. Объем 7 $\frac{1}{2}$ п. л. + вклейка
 Уч. авт. лист. 12 Тираж 10 000 экз. Бумага 84/108 $\frac{1}{2}$ мм. Знаков в печ. листе 60190
 А 16609 Цена в обложке 6 руб., в переплете 8 руб. Заказ № 1267