

#### Глава IV. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПАКЕТОВ КОНДЕНСАТОРОВ

##### § 25. Намоточные станки

Применение конденсаторной бумаги, синтетических пленок и алюминиевой фольги в рулонах позволяет при изготовлении конденсаторов использовать для намотки секций намоточные станки, которые являются одним из основных видов технологического оборудования конденсаторного производства.

К наиболее совершенным можно отнести отечественный модернизированный намоточный станок СНК.-18. Устройство которого показано на рис. 29. Станок состоит из металлического стола 8, на котором вертикально расположена двухстенная станина 5 с системой свободно вращающихся шпинделей 13 и 14 для установки бобин бумаги, пленки и рулонов фольги, и рабочим шпинделем для закрепления намоточной оправки 16. Параллельно шпинделям расположены направляющие ролики 15, предназначенные для подачи лент бумаги и пленки (диэлектрика) и фольги на намоточную оправку. Последняя приводится во вращение электродвигателем 9 через фрикционную муфту сцепления 10, которая позволяет осуществлять плавный пуск и остановку станка. Двигатель включают и выключают кнопками 12.

При намотке секций бобины бумаги и пленки и рулоны фольги укрепляются на шпинделях конусными гайками. Концы лент диэлектрика и фольги закрепляют на оправку и ножной педалью 18 производят плавный пуск станка. Вращаясь, оправка сматывает на себя с рулонов фольгу и ленты диэлектрика. Когда будет намотано необходимое число витков в секции, станок автоматически останавливается, ленты диэлектрика и фольги обры-

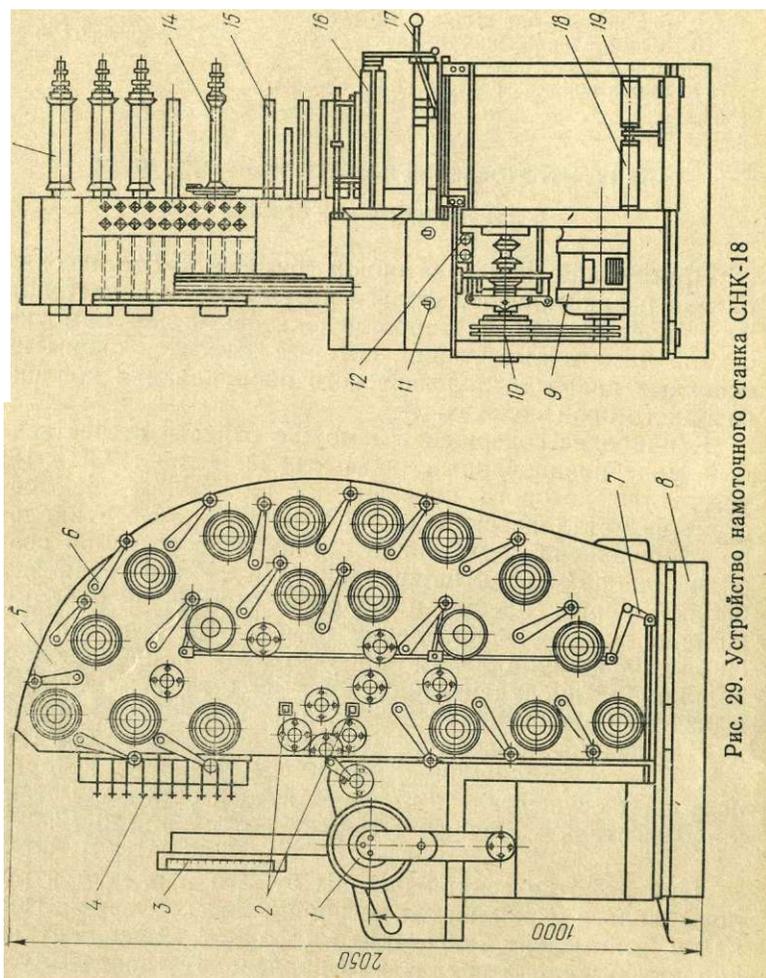


Рис. 29. Устройство намоточного станка СНК-18

вают Намотанную секцию снимают с оправки и, уложив на рабочий стол, придают ей плоскую форму.

Для обеспечения плотной намотки секций натяжение лент должно быть настолько большим, насколько позволяет механическая прочность диэлектрика и фольги в пределах упругой деформации. Обычно натяжение диэлектрика составляет 2—5Н на 10 мм ее ширины. В процессе намотки наружный диаметр бобин с диэлектриком и рулонов фольги уменьшается, в связи с чем меняется натяжение лент. Для создания равномерного натяжения лент каждый шпindel станка снабжен торозным устройством 6 колодочного типа. Натяжение лент регулируют рукоятками 4.

Шпиндели с бобинами диэлектрика и рулонами фольги при помощи специальных гаек можно сдвигать в осевых направлениях, что позволяет устранять разбег листов диэлектрика и фольги по торцам наматываемой секции.

Для отсчета числа витков в секции при намотке станок снабжен счетчиком 3, который механически связан с намоточной оправкой, и специальным автоматическим устройством для остановки станка.

Автоматическое устройство останавливает станок после достижения заданного числа витков до укладки токоподводов и в конце намотки секции. Кроме того, со счетчиком связано другое автоматическое устройство, позволяющее в конце намотки секций, до обрыва листов диэлектрика и лент фольги, поворачивать траверсу с кронштейном 1 и оправкой 16 вокруг оси и перемещать оправку в переднее положение. Перемещение оправки дает возможность обеспечить необходимый запас длины пучка листов диэлектрика и лент фольги для заправки новой секции без применения физических усилий намотчицы.

Ленты фольги после намотки секций обрывают путем их натяжения вследствие поворота рулонов в обратную сторону при помощи специального приспособления 7 педалью 19. Затем в просветах, образовавшихся после обрыва лент фольги, обрывают (обрезают) листы диэлектрика. Чтобы удержать обрезанные листы диэлектрика и ленты фольги от смещения, на станке предусмотрено прижимное устройство.

Намоточная оправка выполнена из двух разжимных полуюцилиндрических частей, удерживаемых откидным

кронштейном. Для снятия готовых секций кронштейн с помощью рукоятки 17 отводят в сторону, оба полых полуцилиндра сжимаются за счет промежуточного между ними, и секцию легко снимают с оправки.

На намоточном станке предусмотрен и ряд других приспособлений: механизм для автоматической остановки станка при обрыве фольги в процессе намотки секций, устройство 2 для автоматической укладки токопроводов в секцию, механизм подачи которых включается выключателем 11, счетчик, позволяющий контролировать длину сматываемой фольги и определять емкость секции, и др.

#### Техническая характеристика станка СНК-18

Количество шпинделей для бобин, шт.	16
Количество шпинделей для рулонов фольги, шт.	2
Наибольшая ширина секции, мм.	280
Частота вращения оправки, об/мин.	350
Мощность электродвигателя, кВт.	1,7
Частота вращения электродвигателя, об/мин.	960*

Устройство станков других типов, применяемых для намотки секций, аналогично устройству станка СНК-18. Отличия заключаются главным образом в количестве шпинделей для бобин диэлектрика, их расположении на станке, а также в длине шпинделей, допускающих намотку секций из диэлектрика определенной ширины. Обычно намоточные станки имеют от 6 до 20 шпинделей для бобин диэлектрика шириной от 120 до 600 мм. Станки могут отличаться наличием и конструкцией различных вспомогательных приспособлений.

В настоящее время проходят испытания полностью автоматизированные намоточные станки, которые позволяют поднять производительность и улучшить качество намотки секций.

### § 26. Технология намотки секций

Конденсаторные секции в зависимости от типа конденсатора изготавливают двух видов: со скрытой и с выступающей фольгой. Ширина диэлектрика в секциях обычно принимается несколько больше ширины фольги.

При намотке секций со скрытой фольгой (рис. 30) ленты фольги располагают посередине листов диэлектрика 3 так, чтобы они отступали от его краев на равные расстояния, образуя закраины 2.

В случае намотки секций с выступающей фольгой (рис. 31) ленты фольги сдвигают к противоположным торцам секции. Фольга с каждого торца секции выступает на 2,5 мм от краев диэлектрика 3, благодаря чему можно замыкать накоротко все витки фольги с торцовых сторон секции. Каждая лента фольги, сдвинутая одним краем к торцу секции, другим краем отступает от края диэлектрика внутрь секции, также образуя закраину 2.

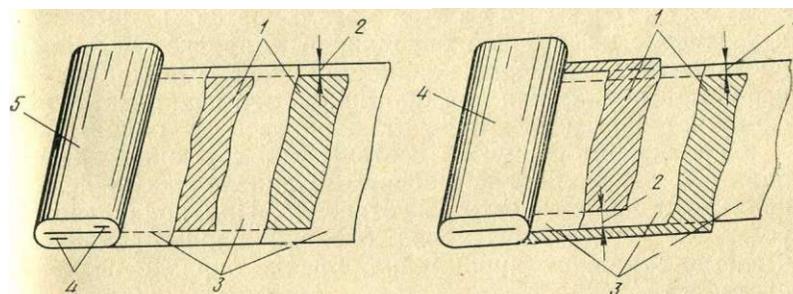


Рис. 30. Секция со скрытой фольгой:  
1 — обкладка, 2 — закраина, 3 — диэлектрик, 4 — токопроводы, 5 — секция

Рис. 31. Секция с выступающей фольгой:  
1 — обкладка, 2 — закраина, 3 — диэлектрик, 4 — секция

В секциях со скрытой фольгой предусмотрена укладка на каждую ленту фольги токопроводов для электрического соединения секций в пакете конденсатора. Электрическое соединение секций с выступающей фольгой осуществляют без токопроводов перепайкой фольги, выступающей с торцов секций.

Намотка конденсаторных секций является первой операцией в процессе производства конденсаторов. Перед началом намотки намотчица должна ознакомиться с чертежом и техническими данными заданной для намотки секции, подготовить станок и рабочее место, проверить наличие и качество исходных материалов, заправить и отрегулировать станок.

Чертеж и технические данные секции содержат все необходимые сведения для намотки секций того или иного типа конденсатора. В технических данных указаны плотность и размеры конденсаторной бумаги, размеры фольги, диаметр намоточной оправки, количество листов бумаги и пленки между обкладками, число вит-

ков и др. Чертеж содержит габаритные и другие размеры секции и указывает расположение токоподводов для секций со скрытой фольгой. В технических данных обычно приводят несколько вариантов расчета секции на различные толщины и плотности конденсаторной бумаги и пленки. В качестве примера на рис. 32 приведены чертеж и технические данные секции конденсатора КС2-6.3-75-2У3, а на рис. 33 — конденсатора ЭСВ-0,5-2, 4-4У3.

Подготовка станка заключается в выборе и установке намоточной оправки, регулировке счетчика числа витков, проверке плавности пуска станка, проверке приспособления для обрыва фольги и автоматического устройства для поворота траверсы с оправкой.

Оправку, выбранную в соответствии с техническими данными, закрепляют на рабочем шпинделе, после чего проверяют правильность ее установки. При правильной установке свободный конец оправки плавно входит в гнездо откидного кронштейна. Биение оправки не допускается.

Регулировка счетчика на остановку станка при достижении заданного числа витков оправки до укладки токоподводов (при намотке секций со скрытой фольгой) и в конце намотки секции производится соответствующей установкой кулачков указателя числа витков на планке (или диске) счетчика. Правильность установки указателей числа витков проверяют переносным контрольным счетчиком, который при пуске станка подключают к вращающемуся рабочему шпинделю. Одновременно с регулировкой счетчика проверяют автоматическое устройство для поворота траверсы с оправкой, которое должно срабатывать в момент остановки станка в конце намотки секции.

Плавность пуска станка проверяют руками, создавая усилие на оправке в момент пуска. Частота вращения оправки должна возрастать плавно, без рывков.

Приспособление для обрыва фольги проверяют нажатием на его педаль. При этом шпиндели для рулонов фольги должны повернуться по часовой стрелке на заданный угол. Неисправности станка устраняет наладчик.

Для подготовки рабочего места необходимо:

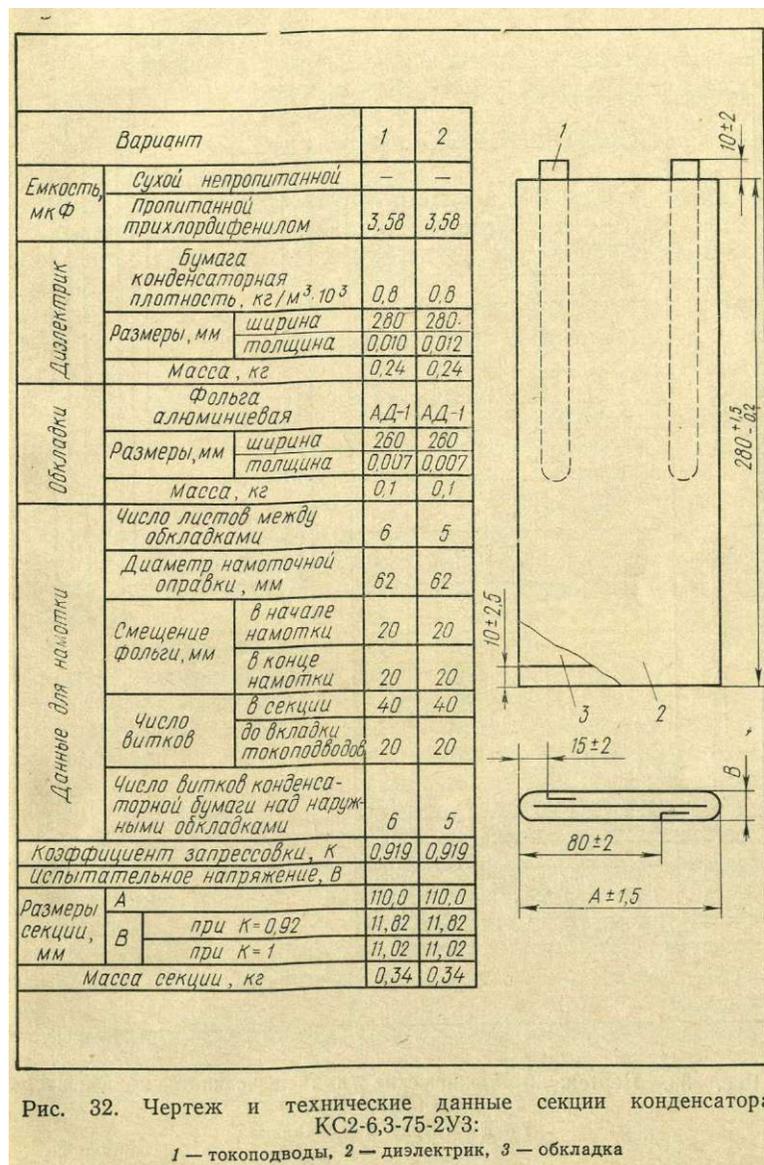


Рис. 32. Чертеж и технические данные секции конденсатора КС2-6,3-75-2У3:

1 — токоподводы, 2 — диэлектрик, 3 — обкладка

Емкость, мкФ	Сухой непропитанной	—	
	Пропитанной трихлордифенилом	2,53	
Диэлектрик	Бумага конденсаторная плотность, кг/м <sup>3</sup> · 10 <sup>3</sup>		1
	Размеры, мм	ширина	95
		толщина	0,013 0,01 × 2
	Масса, кг		0,203
Обкладки	Фольга алюминиевая		АД-1
	Размеры, мм	ширина	90
		толщина	0,016
	Масса, кг		0,141
Данные для намотки	Число листов между обкладками		5
	Диаметр намоточной оправки, мм		165
	Смещение фольги, мм	в начале намотки	20
		в конце намотки	20
	Число витков	в секции	34
		до вкладки токоподводов	—
Число витков конденсаторной бумаги над наружными обкладками		5	
Коэффициент запрессовки, К		0,92	
Испытательное напряжение, В		560	
Размеры секции, мм	А		272
	В	при К=0,92	11,1
		при К=1	10,4
Масса секции, кг		0,34	

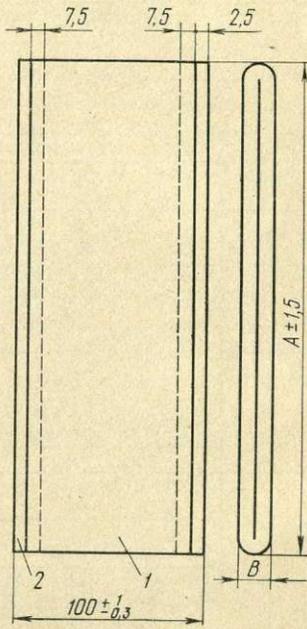


Рис. 33. Чертеж и технические данные секции конденсатора ЭСВ-0,5-2,4-4УЗ:  
1 — диэлектрик, 2 — обкладка

протереть станок и рабочий стол чистой ветошью; получить и проверить токоподводы, которые должны иметь равномерную полуду и ровную — без заусенцев, гофр и кривизны кромок — поверхность, а также должны находиться в специальной таре, защищающей их от механических повреждений;

получить клей для заклейки секций (применяют конторский силикатный);

получить и подготовить кассеты для укладки секций; подготовить штемпель для маркировки секций, установив на нем шифр намотчицы, число витков в секции, номер партии бумаги и пленки;

получить и проверить бобины конденсаторной бумаги, пленки и рулоны фольги, которые с торцовых сторон не должны иметь забоин, вмятин и загрязнений (втулки бобин должны быть цилиндрическими).

Все рулоны фольги и бобины диэлектрика должны быть одной партии поставки, что проверяют по наклеенным этикеткам. Кроме того, номер партии указывается с торцовой стороны бобин. Конденсаторная бумага, пленка и алюминиевая фольга должны строго соответствовать техническим данным наматываемых секций. Во избежание механических повреждений и загрязнений бобины у станка размещают на поддоне, а рулоны фольги — на мягкой прокладке или в специальной деревянной таре. После транспортировки с материального склада (в особенности со склада, не отапливаемого в зимних условиях) рулоны фольги и бобины диэлектрика необходимо выдерживать перед намоткой секций в распакованном виде не менее 8—10 ч при температуре цеха.

Заправка станка производится после подготовки его и рабочего места. Бобины диэлектрика и рулоны фольги устанавливают на соответствующие шпиндели станка и закрепляют конусными гайками. Количество бобин диэлектрика должно быть равно удвоенному числу листов между обкладками в секции. Для наиболее экономного расходования бумаги и пленки и качественной намотки секций под нижней фольгой необходимо располагать возможно меньше листов диэлектрика. Над верхней фольгой помещают остальные листы до заданного количества.

Бобины устанавливают с таким расчетом, чтобы после заправки диэлектрика и фольги на оправку одна

половина всех листов диэлектрика располагалась между обеими лентами фольги, а другая — над верхней и под нижней лентами. Существующие станки при намотке секций с шестью листами диэлектрика между обкладками и менее позволяют располагать под нижней фольгой два листа диэлектрика, а при намотке секций с большим количеством листов — три листа и более. Рулоны фольги должны быть одного диаметра для обеспечения одинаковых просветов при обрыве лент фольги в конце намотки секции.

Листы диэлектрика и ленты фольги выводят через направляющие ролики к оправке и проверяют правильность установки бобин диэлектрика и рулонов фольги. Смещением отдельных шпинделей в осевых направлениях устраняют разбег листов диэлектрика и устанавливают заданное по чертежу смещение лент фольги по краине. Смещение верхней ленты фольги проверяют наложением пучка листов диэлектрика и лент фольги на оправку, а нижней — перегибом пучка на оправке. Чтобы не образовалось поперечных складок при намотке секций, следует с помощью тормозов отрегулировать одинаковое натяжение листов диэлектрика.

Намотку секций начинают с выравнивания концов пучка листов диэлектрика и лент фольги и подтягивания за оправку с таким расчетом, чтобы их можно было обернуть вокруг оправки 1—1,5 раза. Концы лент фольги должны отступать от края диэлектрика на 30—50 мм, чтобы они не могли соединиться между собой. Обернув пучок листов диэлектрика и лент фольги вокруг оправки и придерживая его руками, плавно нажимают ногой на педаль пуска станка и медленно наматывают 2—3 оборота. Далее на быстрых оборотах наматывают необходимое количество витков до автоматической остановки станка для укладки токоподводов. Токоподводы укладывают в соответствии с чертежом секции на верхнюю и нижнюю ленты фольги, располагая их или с одной торцевой стороны секции, или с обеих ее сторон.

После укладки токоподводов намотку продолжают до автоматической остановки станка, а в момент остановки автоматическое устройство перемещает оправку в переднее положение (в сторону намотчицы). Затем, нажимая пальцами рук на сходящийся у оправки пучок листов диэлектрика и лент фольги и одновременно по-

ворачивая оба рулона фольги в обратную сторону (нажатием на педаль приспособления), разрывают ленты фольги. В местах разрыва образуются просветы не более 100 мм, в которых производят ровный обрыв (отрезку) листов диэлектрика, за исключением верхнего.

Верхним листом на секцию дополнительно наматывают столько витков, сколько листов диэлектрика находится под нижней фольгой, что необходимо для защиты

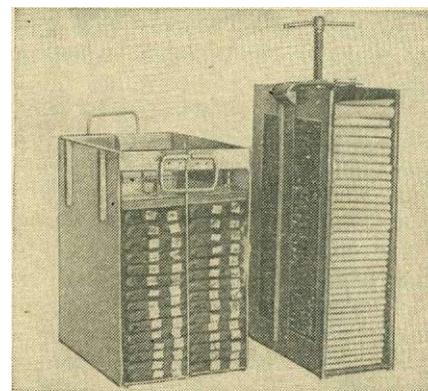


Рис. 34. Кассеты для укладки секций

секций от механических повреждений и межсекционного пробоя в пакетах конденсаторов. Оборвав верхний лист диэлектрика, заклеивают секцию клеем во избежание ее размотки. Затем, отведя удерживающий оправку кронштейн в сторону, снимают секцию с оправки и придают ей плоскую форму. В момент отвода кронштейна счетчик числа витков и оправка автоматически возвращаются в исходное рабочее положение.

Токоподводы в секции выравнивают, концы их прижимают к торцам секции, секции маркируют. Первую секцию проверяют контролер ОТК и мастер, которые дают разрешение продолжать намотку. Контрольная секция должна храниться до конца смены.

Для намотки следующей секции оправку закрепляют откидным кронштейном, и далее все действия повторяются. Намотанные секции укладывают в кассеты (рис. 34).

Особенность намотки пленочных и бумажно-пленочных секций заключается в том, что в процессе намотки происходит электризация плеток. Наэлектризованная пленка притягивает частички пыли из воздуха, которые плотно пристают к поверхности плеток и могут явиться причиной пробоя диэлектрика. Поэтому должны приниматься дополнительные меры по нейтрализации зарядов и полному обеспыливанию помещений.

В некоторых типах высоковольтных конденсаторов предусмотрены внутрисекционные прокладки из нескольких листов кабельной бумаги или электрокартона, которые со стороны токоподводов выступают из торца секции и предназначены для создания барьера, предотвращающего возможное перекрытие (пробой) между токоподводами секции. Кроме того, внутрисекционные прокладки уменьшают складкообразование и таким образом улучшают качество секций.

Ширину прокладок определяют диаметром намоточной оправки, что составляет половину длины ее окружности. Прокладку размещают в секции в начале намотки, накладывая на намоточную оправку, после чего намотка производится обычным способом.

Намотка секций с выступающей фольгой ничем не отличается от намотки секций со скрытой фольгой, отсутствуют лишь операции, связанные с укладкой токоподводов. Поэтому намотка от начала до конца производится без остановки станка.

В процессе намотки наиболее часто возникают следующие дефекты секций: обрыв фольги и диэлектрика, смещение лент фольги относительно друг друга и относительно торцов секции, разбег листов диэлектрика, неправильная укладка токоподводов и их смещение в секции, короткое замыкание обкладок в начале и конце намотки секций, недомотка и перемотка числа витков, образование складок диэлектрика и фольги в секции, механическое повреждение листов диэлектрика и т. д. Поэтому намотчица в процессе намотки должна быть внимательна, своевременно обнаруживать и устранять причины, вызывающие дефекты секций.

Обрыв фольги и диэлектрика происходит при неплановом пуске станка или из-за дефектов в материалах. Обрыв листов диэлектрика приводит к уменьшению толщины диэлектрика между обкладками и пробивного напряжения секции. При обрыве фольги уменьшается

емкость секции. При разрыве фольги с незначительным просветом (до 1—2 мм) неизбежен пробой секции во время контрольных испытаний конденсаторов в результате появления разрядов в месте разрыва.

В процессе намотки секций обрыв фольги и диэлектрика устраняют следующим образом: станок останавливают, концы оборванного листа приближают к оправке и перекрывают их внахлестку на 50 мм, придерживая пальцами рук пучок листов в месте нахлестки, плавно пускают станок и продолжают намотку. Если обрыв обнаруживают несвоевременно и устранить его невозможно, секцию снимают с оправки и сдают отдельно как брак.

Смещение лент фольги относительно друг друга и относительно торцов секции, а также разбег листов диэлектрика происходят из-за неточного расположения рулонов фольги и бобин диэлектрика на шпинделях станка. Указанные дефекты уменьшают емкость секции, снижают ее электрическую прочность и вызывают пробой по закранне.

Неправильная укладка токоподводов и их смещение в секции являются результатом невнимательной работы намотчицы. Укладка обоих токоподводов на одну ленту фольги вызывает короткое замыкание секции, а в готовом конденсаторе — группы секций или всего конденсатора. Укладка токоподводов между листами диэлектрика приводит к потере емкости в секции и конденсаторе. Смещение токоподводов затрудняет пайку схемы соединения секций в пакете, а если токоподводы расположены на изгибе секции, вызывает механическое повреждение диэлектрика между обкладками, в результате чего происходит пробой секции в конденсаторе.

Короткое замыкание лент фольги в начале и конце намотки секции также происходит из-за небрежной работы намотчицы при заправке пучка листов диэлектрика и лент фольги на оправку и при обрыве фольги и диэлектрика в конце намотки. Недомотка и перемотка числа витков в секции объясняются неточной регулировкой счетчика витков, а недомотка, кроме того, и проскальзыванием намоточной оправки в начале намотки при отсутствии фиксирующей планки на оправке. Недомотка или перемотка числа витков в секции приводит соответственно к заниженной или завышенной емкости конденсатора. В отдельных случаях при последователь-

ном соединении секций в пакетах недомотка и перемотка вызывают неравномерное распределение напряжения (при разной емкости секций) в конденсаторе, в результате чего сокращается срок его службы.

Образование складок в секции зависит от многих причин. Поперечные складки вызываются неправильной (неодинаковой) регулировкой натяжения лент фольги и листов диэлектрика. Продольные складки образуются при нарушении параллельности шпинделей для бобин диэлектрика и рулонов фольги как друг другу, так и рабочему шпинделю с оправкой. В этом случае необходимо выверить параллельность шпинделей станка. Образование складок уменьшает емкость секций, снижает их электрическую прочность и напряжение возникновения частичных разрядов.

Механические повреждения диэлектрика в процессе намотки обычно происходят из-за попадания в секцию твердых частиц (песчинок, угольной пыли), применения некачественных токоподводов (с заусенцами), а также из-за небрежного обращения с секциями. Механические повреждения, как правило, приводят к снижению электрической прочности секции и ее пробою.

Кассеты для укладки секций защищают их от механических повреждений при хранении. Кроме того, в кассетах можно производить предварительную подпрессовку секций, предотвращающую их неравномерное высыхание и образование складок при запрессовке в пакеты. При хранении секций без кассет верхние слои бумаги в секции высыхают быстрее и стягивают внутренние слои, в результате происходит коробление (вспучивание) секции с образованием складок. Запрессовка таких секций в пакеты до заданных размеров связана с большими трудностями и обычно приводит к механическим повреждениям диэлектрика, вследствие которых появляется брак при испытаниях и резко снижается качество конденсаторов в эксплуатации.

## § 27. Сборка и запрессовка секций в пакеты

После намотки запрессовка секций в пакеты является второй основной технологической операцией при изготовлении силовых конденсаторов. Необходимое для данного конденсатора количество секций набирают в колонку, которую механически сжимают до заданных раз-

меров и закрепляют хомутами или изоляционными планками для сохранения размеров и формы. Степень сжатия секций задается при расчете конденсатора и характеризуется коэффициентом запрессовки, который указывается в технических данных секции.

### Оборудование, применяемое для запрессовки секций в пакеты.

Запрессовка секций производится на специальных винтовых механических прессах Ф003. Винтовой пресс (рис. 35) состоит из чугунной станины 1 в виде коробки, на которой смонтированы две стальные пустотелые колонны 4, связанные сверху траверсой 5. Между колоннами расположены неподвижный рабочий стол 2 и подвижный стол 3. Неподвижный стол укреплен непосредственно на станине, а подвижный механически связан с ходовым винтом 6, при помощи которого он может передвигаться по колоннам вверх и вниз. От смещения относительно колонн стол удерживается роликами 7.

Перемещение ходового винта 6 осуществляется от гайки, расположенной в траверсе, при помощи вертикального вала, проходящего внутри левой колонны, и коробки скоростей, которая приводится в движение асинхронным электродвигателем трехфазного тока. Электродвигатель и коробка скоростей размещены внутри станины.

Подвижный стол пресса имеет две скорости перемещения—0,5 и 1,5 м/мин как в рабочем направлении—вниз, так и в обратном направлении—вверх. Для изменения скорости движения стола переключают коническую муфту коробки скоростей рычагом управления 8. Чтобы изменить направление движения стола, меняют направление вращения двигателя, нажимая

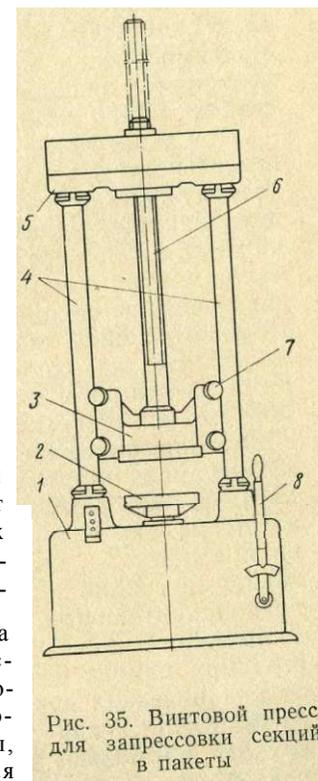


Рис. 35. Винтовой пресс для запрессовки секций в пакеты

кнопки управления «Вверх», «Стоп», «Вниз», укрепленные на станине.

Во избежание аварий на прессе предусмотрены два конечных выключателя, ограничивающих ход подвижного стола как в нижнем, так и в верхнем положениях. Максимальное усилие, развиваемое прессом, составляет 35 кН. Максимальный ход подвижного стола 1200 мм. Максимальное и минимальное расстояния между подвижным и неподвижным столами соответственно составляют 1470 и 270 мм.

При запрессовке секций в пакеты для некоторых конденсаторов применяют специальные приспособления, позволяющие производить запрессовку одного или сразу двух пакетов. Приспособление, укрепляемое в пазах нижнего стола, представляет собой две или три вертикальные стальные щеки, которые служат для ограничения смещения секций в колонке при их сборке и сжатии. Приспособление, укрепляемое в пазах подвижного стола, состоит из одной или двух полых труб с площадками на концах и служит для передачи усилия подвижного стола непосредственно колонкам секций.

**Детали, применяемые для сборки пакетов.** При сборке секций и запрессовке их в пакеты применяют ряд деталей. Основными из них являются: стяжные щеки и хомуты; скрепляющие планки; изоляционные прокладки под щеку, на дно корпуса, между секциями, между группами секций и под отводы; изоляционная обертка; предохранители (см. § 15).

Стяжные щеки служат для создания жесткости конструкции пакета и предохранения крайних его секций от механических повреждений. Щеки обычно штампуют из листовой стали толщиной 1,5—2 мм. В отдельных случаях применяют плоские щеки из гетинакса толщиной 10 мм и из листовой стали или электрокартона толщиной 2—3 мм.

Стяжные хомуты и скрепляющие планки применяют для закрепления секций в пакете в запрессованном виде. Хомуты изготавливают из полос листовой стали толщиной 1 мм путем гибки и точечной сварки концов, а также из полос электрокартона. Планки выполняют из листового гетинакса толщиной 8—10 мм.

Изоляционные прокладки предназначены для электрической защиты отдельных секций и их групп друг от друга, а также от металлических частей пакета

и корпуса конденсатора. В пакетах конденсаторов, которые имеют секционные предохранители, межсекционные прокладки, выступая над торцами секций, одновременно обеспечивают механическую защиту предохранителей друг от друга в случае их перегорания. Изоляционные прокладки под отводы служат для закрепления отводов пакета конденсатора. Прокладки изготавливают из электрокартона толщиной 0,5—2 мм или из определенного количества листов кабельной бумаги ножницами или штамповкой.

Изоляционная обертка, используемая для электрической защиты секций пакета конденсатора от корпуса, состоит из двух половин и изготавливается из кабельной бумаги кантовкой. В зависимости от класса изоляции, на который рассчитан конденсатор, обертка набирается из определенного числа листов. В отдельных случаях обертку выполняют из электрокартона толщиной 0,5 мм.

**Подготовка оборудования и деталей для запрессовки пакетов.** Перед запрессовкой секций сборщик пакетов должен ознакомиться с чертежом пакета, подлежащего сборке, подготовить пресс и рабочее место, проверить наличие и качество деталей, необходимых для сборки.

На чертеже пакета указаны все необходимые данные для его сборки: количество секций, их расположение и разбивка по группам в пакете, количество и размеры межсекционных и межгрупповых изоляционных прокладок, расположение отводов, вид изоляции пакета от корпуса, способ закрепления пакета при запрессовке и т. д.

Подготовка прессы состоит в том, что до его пуска необходимо произвести тщательный наружный осмотр всех механизмов и мест смазки. Необходимо также удалить все посторонние предметы с рабочего стола прессы и из зоны рабочего места и протереть пресс. После этого пресс проверяют на холостом ходу, поднимая и опуская подвижный стол.

Перед включением прессы рычаг управления должен находиться в нейтральном положении. Для подъема подвижного стола нажимают кнопку пуска двигателя «Вверх» и рычаг управления из нейтрального положения переводят по направлению от себя (ускоренный ход). При достижении столом некоторой высоты рычаг управления снова переводят в нейтральное положение

и стол останавливается. Нажимая кнопку «Стоп», выключают двигатель.

Чтобы опустить подвижный стол, нажимают кнопку пуска двигателя «Вниз» и рычаг управления из нейтрального положения переводят по направлению от себя. Опустив стол вниз на некоторую высоту, рычаг управления переводят в нейтральное положение и стол останавливается. Нажимая кнопку «Стоп», выключают двигатель.

Аналогично проверяют пресс при замедленном ходе стола. Для этого после нажатия кнопки пуска двигателя «Вверх» или «Вниз» рычаг управления переводят из нейтрального положения по направлению к себе. Поднимая или опуская подвижный стол соответственно в верхнее или нижнее крайние положения, проверяют срабатывание конечных выключателей. При достижении крайних положений пресс автоматически должен останавливаться.

Во время управления прессом необходимо постоянно соблюдать следующее правило: при движении стола правая рука прессовщика (сборщика пакетов), которому поручено управление прессом, должна находиться на рычаге управления, а левая — на кнопке «Стоп», чтобы можно было в любой момент выключить пресс. После проверки пресса на холостом ходу в случае необходимости на нем закрепляют приспособление для запрессовки секций.

Получив в соответствии с чертежом нужное количество изоляционных и крепежных деталей, сборщик пакетов должен проверить их качество. Детали должны быть чистыми, незапыленными и без следов смазки. Чистоту деталей проверяют внешним осмотром. На рабочем месте детали располагают на предварительно протертых столах в порядке, удобном для сборки пакетов конденсаторов.

Секции для запрессовки в пакеты подаются на рабочее место по мере необходимости в кассетах или из-под пресса после их предварительной подпрессовки. В один пакет следует подбирать секции, изготовленные одной намотчицей.

**Предварительная подпрессовка секций.** Перед запрессовкой в пакеты секции обычно подвергают так называемой предварительной подпрессовке в течение нескольких (2—4) часов. Предварительная подпрессовка

В значительной степени облегчает сборку секций в колонки и их запрессовку в пакеты. Подпрессовку секций производят на гидравлических прессах. Секции сжимают до заданного давления, величину которого контролируют по манометру.

С течением времени секции под прессом уплотняются и давление снижается. Поэтому необходимо периодически включением пресса доводить давление до заданного значения.

**Технология сборки и запрессовки пакетов конденсаторов.** По особенностям технологии сборки и запрессовки пакеты всех типов конденсаторов в зависимости от конструкции могут быть разделены на три группы:

пакеты, которые имеют изоляцию от корпуса и закрепляются стяжными хомутами;

пакеты, которые не имеют изоляции от корпуса и закрепляются изоляционными скрепляющими планками; пакеты конденсаторов с водяным охлаждением.

Сборку и запрессовку пакетов конденсаторов первой группы производят следующим образом. В приспособление, укрепленное на нижнем столе пресса, укладывают стяжную щеку, затем прокладку. На прокладку помещают одну половину изоляционной обертки, которую располагают так, чтобы изгибы ее кантовки совпадали с краем щеки. Внутри обертки поочередно укладывают секции, прокладки между секциями и между группами секций.

Секции, токоподводы которых расположены с одной торцевой стороны, укладывают в колонку так, чтобы токоподводы всех секций были обращены в одну сторону. Уложив заданное по чертежу количество секций, выравнивают их в колонке, чтобы избежать смещения секций относительно друг друга. На выровненную колонку секций укладывают вторую половину изоляционной обертки, прокладку и щеку. По окончании сборки пакета секций производят запрессовку. Пакет сжимают до размеров стяжного хомута. В процессе сжатия концы верхней и нижней половин изоляционной обертки при помощи специальных прокладок разводят в стороны, что обеспечивает свободное перемещение верхней половины обертки относительно нижней. При правильной сборке пакета обе половины обертки должны перекрывать друг друга. На щеки сжатого пакета с обеих сторон надевают стяжные хомуты.

В пакетах конденсаторов I габарита с вертикальным расположением секций в корпусе после установки стяжных хомутов выступающую часть обертки со стороны, противоположной токоподводам, загибают по кантовке к торцам секций.

По окончании запрессовки подвижный стол прессы возвращают в верхнее исходное положение, запрессованный пакет снимают с прессы и устанавливают на поддон или на конвейерную ленту.

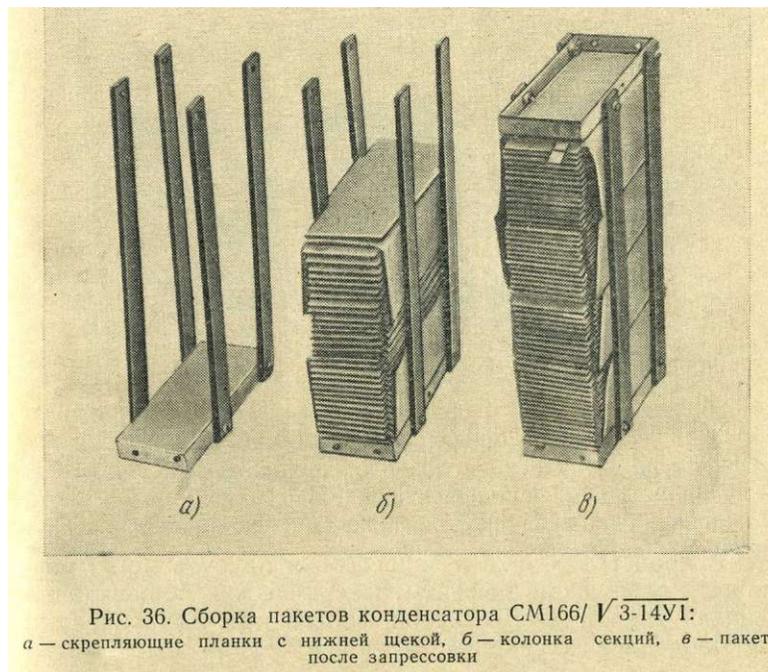
Если пакеты собирают из секций, не прошедших предварительной подпрессовки на гидравлическом прессе, секции перед укладкой верхней половины обертки и щеки предварительно сжимают до размеров пакета. Во избежание механических повреждений на верхнюю секцию колонки перед сжатием укладывают жесткую металлическую пластину по размеру секции. Предварительное сжатие позволяет уплотнить секции, уменьшить высоту колонки и облегчить дальнейшую сборку и запрессовку пакета.

Для конденсаторов I габарита собирают и прессуют, как правило, одновременно по два пакета, а для конденсаторов II габарита, количество секций в пакетах которых в 2—3 раза больше, по одному пакету. В соответствии с этим перед запрессовкой пакетов на пресс устанавливают одно- или двухместное приспособление.

В процессе сборки и запрессовки пакетов каждый из сборщиков выполняет определенные операции. Первый сборщик управляет прессом и обычно укладывает секции, второй размещает прокладки и другие детали пакета. Выравнивание секций в колонке они выполняют совместно. Наряду с укладкой секций в колонку непосредственно на прессе секции можно предварительно собирать в группы на отдельном столе и группами переносить в приспособление на прессе.

Сборку (рис. 36) и запрессовку пакетов конденсаторов второй группы в отличие от первой производят следующим образом. На отдельном рабочем столе к нижней стяжной щеке болтами (резьбовыми шпильками) и гайками привертывают скрепляющие планки (рис. 36, а), выполняющие роль направляющих и позволяющие собирать секции в пакеты вне прессы. В соответствии с чертежом на нижнюю щеку укладывают отвод, который в дальнейшем одним концом припаивают к токоподводу первой секции,

а другим — к щеке. На отвод помещают прокладку под щеку, а затем поочередно секции, прокладки между секциями и между группами секций. После укладки необходимого количества секций колонку (рис. 36, б) переносят под пресс. На верхнюю секцию помещают прокладку, отвод и верхнюю щеку. Затем колонку сек-



ций сжимают до размеров скрепляющих планок и планки болтами и гайками скрепляют с верхней щекой. Подвижный стол отводят в верхнее исходное положение, и запрессованный пакет (рис. 36, в) снимают с прессы.

Сборка (рис. 37, а, б, в) и запрессовка пакетов конденсаторов третьей группы аналогична сборке и запрессовке пакетов конденсаторов второй группы, но отличается лишь тем, что сборка секций Б колонку на рабочем столе производится в специаль-

ные жесткие струбцины. Собранные в струбцине секции переносят на пресс. На колонку секций устанавливают крышку струбцины. После сжатия колонки секций крышку скрепляют замками с корпусом струбцины. Применяемые для сборки и запрессовки пакетов струбцины являются вспомогательными приспособлениями, которые перед установкой пакетов в корпус снимают и используют для сборки новых пакетов.



В процессе сборки и запрессовки пакетов могут возникать следующие дефекты: механические повреждения диэлектрика и алюминиевой фольги при выравнивании токоподводов в секциях, а также секций при сжатии и др.

При выравнивании токоподводов перемещение их в секции должно быть свободным по всей длине. Если перемещается только выступающая с торца секции часть токоподвода, на нем (внутри секции) образуются гофры, которые повреждают фольгу и диэлектрик при сжатии пакета секций. Поэтому не разрешается выравнивать токоподводы в секциях в запрессованном виде.

Механические повреждения секций при сжатии происходят в тех случаях, когда во время подпрессовки применяют нежесткую или не по размеру секции пластину,

укладываемую сверху колонки секций, а также в результате прижимания колонки секций к одной из направляющих щек приспособления. В первом случае секции повреждаются из-за прогиба, во втором — из-за трения о щеку приспособления. Поэтому при сжатии секций необходимо применять жесткие соразмерные секциям пластины, а колонку секций не прижимать к направляющим щек приспособления. Во избежание механических повреждений не допускается также сжатие колонки секций до размеров, превышающих размеры пакета.

## § 28. Электрические испытания пакетов

Запрессованные пакеты подвергают электрическим испытаниям, которые обычно проводят после их предварительной сушки. Эти испытания являются промежуточными, или межоперационными и служат для выявления и устранения дефектов, возникающих в секциях при их намотке и запрессовке в пакеты, а также дефектов в применяемых материалах. Кроме того, они позволяют определять причину и место возникновения дефектов и, следовательно, предупреждать их появление.

Электрические испытания пакетов не только позволяют избежать повышенного отхода готовых конденсаторов в брак при окончательных электрических испытаниях, но и дают возможность выявлять и устранять дефекты, которые не могут быть обнаружены при окончательных испытаниях, однако в значительной степени влияют на срок службы конденсаторов.

Для выявления дефектных секций в пакетах применяют два вида электрических испытаний: напряжением постоянного тока и измерением емкости.

Напряжением постоянного тока испытывают секции конденсаторов, работающих при высоких напряженностях электрического поля и не имеющих индивидуальной защиты плавкими предохранителями.

Испытания предназначены для выявления не только технологических дефектов, но и слабых мест диэлектрика. Поэтому их проводят при высоких напряженностях электрического поля, в отдельных случаях достигающих 25 В/мкм. Несмотря на повышенный отход секций в брак при испытаниях высоким напряжением целесообразность проведения таких испытаний оправдывается тре-

бованиями высокой надежности конденсаторов в эксплуатации.

Секции испытывают на специальной установке с применением обычной схемы однополупериодного выпрямления, которая позволяет получать напряжение постоянного тока, плавно меняющееся от 0 до 5 кВ. Установка представляет собой закрытую кабину, в которой расположены элементы схемы и испытательная камера. В соответствии с правилами техники безопасности в установке предусмотрены необходимая блокировка, сигнализация и другие виды защиты. Испытательное напряжение измеряют вольтметром, включенным непосредственно в цепь высокого напряжения. Дефектные секции (с электрическим пробоем) обнаруживают с помощью сигнальных ламп.

Для испытаний пакеты устанавливают на поддон и заводят в испытательную камеру кабины. Испытательное напряжение при помощи изоляционных штанг со специальными электродами на концах поочередно подают на токоподводы секций пакета. Разряд секций после испытаний осуществляется автоматически в момент снятия электродов с токоподводов. Помимо этого испытанные пакеты разряжают повторно вне камеры ручными разрядниками.

Испытание напряжением позволяет обнаруживать следующие дефекты секций:

замыкание обкладок в результате механических повреждений диэлектрика или небрежного начала и конца катушки;

расположение токоподводов на одной фольге или одного из них между листами диэлектрика;

ослабление диэлектрика между обкладками вследствие его частичного повреждения, а также образования складок;

ослабление диэлектрика между обкладками из-за совпадения токопроводящих частиц и слабых мест, обусловленных неоднородностью диэлектрика.

Однако испытания напряжением не позволяют обнаружить недомотку витков, сдвиг лент фольги относительно друг друга, обрывы лент фольги, перемотку витков, отсутствие отдельных листов диэлектрика, складки и другие дефекты, вызывающие заниженную или завышенную емкость секций. Все перечисленные дефекты обнаруживают измерением емкости секций в пакете.

Измерением емкости секций можно выявить и такие дефекты, как замыкание обкладок секций, расположение токоподводов на одной фольге или между листами диэлектрика, которые обнаруживают при испытании напряжением. Емкость секций измеряют методом амперметра - вольтметра или фарадометрами.

## § 29. Пайка схемы пакетов

Секции пакетов, прошедшие испытания, соединяют друг с другом по определенной схеме перепайкой токоподводов. В зависимости от типа конденсатора секции в пакетах соединяют параллельно, последовательно или смешанно.

Для перепайки токоподводов используют оловянно-свинцовый припой ПОССу30-2 или ПОССу40-2. Перепайку токоподводов пакетов конденсаторов, подлежащих пропитке хлорированными дифенилами, осуществляют без применения флюса. В этом случае используют водный раствор хлористого цинка лишь для очистки паяльника от нагара и загрязнений. Применение флюсов, особенно канифоли, для пайки схемы пакетов конденсаторов, пропитываемых хлорированными дифенилами, недопустимо, так как хлорированные дифенилы очень чувствительны к загрязнениям, резко ухудшающим электрические характеристики пропитанных конденсаторов. Перепайку токоподводов пакетов конденсаторов, подлежащих пропитке конденсаторным и касторовым маслом, производят с применением бескислотного флюса — канифоли.

Пайку схемы пакетов конденсаторов ЭСВ и ЭСВП, секции которых не имеют токоподводов, осуществляют также без применения флюсов припоями ПОЦ (оловянно-цинковым) и ПОССу61-05. Припой ПОЦ используют для облуживания и соединения выступающей с торцов секций фольги, а припой ПОССу61-05 — для припайки трубок водяного охлаждения. Характеристики припоев и флюсов приведены в § 14.

Основными деталями, которые применяют при пайке схемы пакетов, являются медные облуженные перемычки и шины, предназначенные для перепайки токоподводов при соединении секций в группы и групп секций в пакете, отводы, охлаждающие трубки конденсаторов

для электротермических установок, секционные плавкие предохранители и т. д.

Качество пайки пакетов во многом зависит от подготовки указанных деталей в механических цехах. Все детали, предназначенные для пайки схемы пакетов, должны быть тщательно облужены и промыты. Какое-либо загрязнение деталей после горячего лужения не допускаются.

Пайку схемы пакетов производят вручную электропаяльниками напряжением 36 В на специальных столах, оборудованных кабинами с вентиляционным отсосом. Для пайки крупногабаритных пакетов массой более 20 кг рабочие места оборудуют подъемными средствами (пневмоподъемниками или тельферами). Кроме того, для поворота пакетов, в которых токоподводы расположены с двух противоположных торцовых сторон, рабочие столы снабжают специальными пневмокантавателями.

Перед началом пайки паяльник должен ознакомиться с чертежом пакета и схемой соединения секций, получить материалы и детали и подготовить рабочее место.

Необходимые материалы, приспособления и детали (профилированные палочки припоя, ванночку с флюсом, электропаяльники и т. д.) располагают на рабочем месте в порядке, удобном для пайки пакетов. На рабочем месте не должно быть лишних предметов.

Электропаяльник включают в сеть и разогревают до температуры 270—350° С. Рабочую часть паяльника зачищают напильником и облуживают. Если припой тянется за паяльником, необходимо продолжить подогрев паяльника. Если припой не пристает к паяльнику и скатывается с него, паяльник следует охладить, положив на металлическую подставку. Способ ручной пайки очень прост. Качество и надежность ее в основном зависят от квалификации паяльщика.

Пайка схемы пакетов осуществляется в такой последовательности. Пакет укладывают на рабочем столе на одну из торцовых сторон так, чтобы токоподводы находились сверху. Необходимо следить, чтобы обертка корпусной изоляции пакета не повреждалась. Обертка с нижней торцовой части пакета должна быть уложена по изгибам кантовки и прижата к секциям. Обертку, выступающую над верхней торцовой частью пакета,

располагают таким образом, чтобы все токоподводы были доступны пайке.

Наиболее простой по технологии является пайка схемы пакетов с последовательным соединением секций (рис. 38, а, б). При пайке этой схемы облуженные концы токоподводов соседних секций поочередно выравнивают, укладывают друг на друга и прижимают к торцам секций. Место спая 3 токоподводов прогревают до полного гладкого покрытия припоем. Затем паяльник снимают, а место спая прижимают деревянной палочкой, которую не удаляют до полного затвердевания припоя. По окончании перепайки к токоподводам крайних секций также припаивают отводы 5 пакета. Остатки флюса и припоя после пайки удаляют чистой щеткой.

Смешанное соединение секций в пакете (рис. 39, а, б) осуществляют при помощи перемычек 2, к которым припаивают токоподводы групп секций. Перемычки в соответствии с чертежом укладывают на предварительно выровненные и прижатые к торцам секций концы токоподводов. Конец палочки припоя подносят к месту спая 5 и горячим паяльником поочередно припаивают токоподводы к перемычке. Место спая токоподвода с перемычкой каждый раз прогревают до полного растекания припоя. Сняв паяльник, место спая до затвердевания припоя плотно прижимают деревянной палочкой.

Чтобы ускорить остывание припоя, при пайке массивных шин и перемычек вместо деревянных палочек

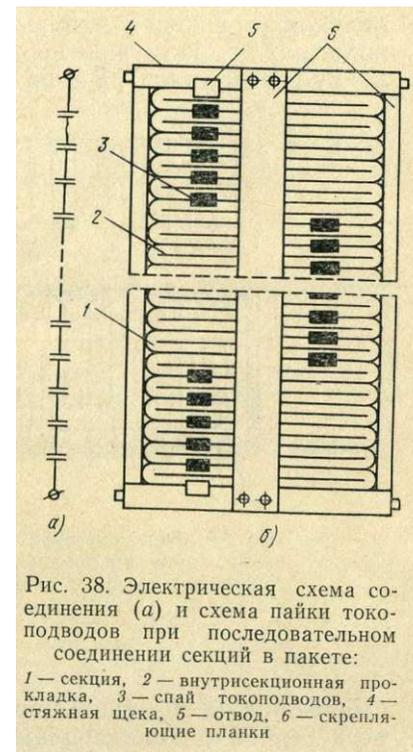
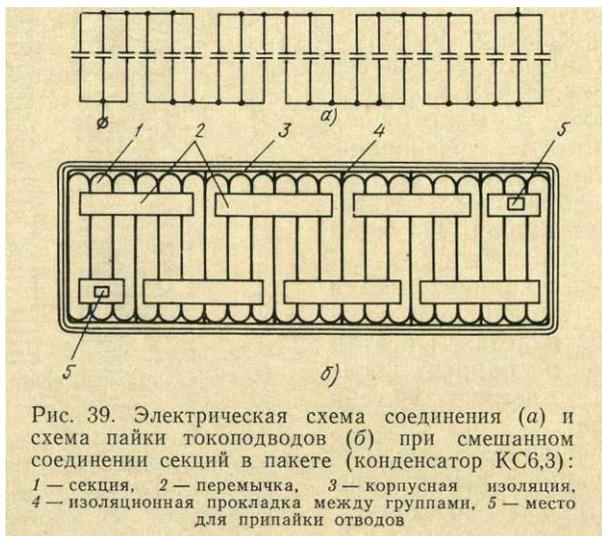


Рис. 38. Электрическая схема соединения (а) и схема пайки токоподводов при последовательном соединении секций в пакете:

1 — секция, 2 — внутрисекционная прокладка, 3 — спай токоподводов, 4 — стяжная щека, 5 — отвод, 6 — скрепляющие планки

часто применяют металлические (латунные или алюминиевые). После припайки токоподводов припаивают к крайним переключкам (в соответствии с чертежом) отводы пакета.

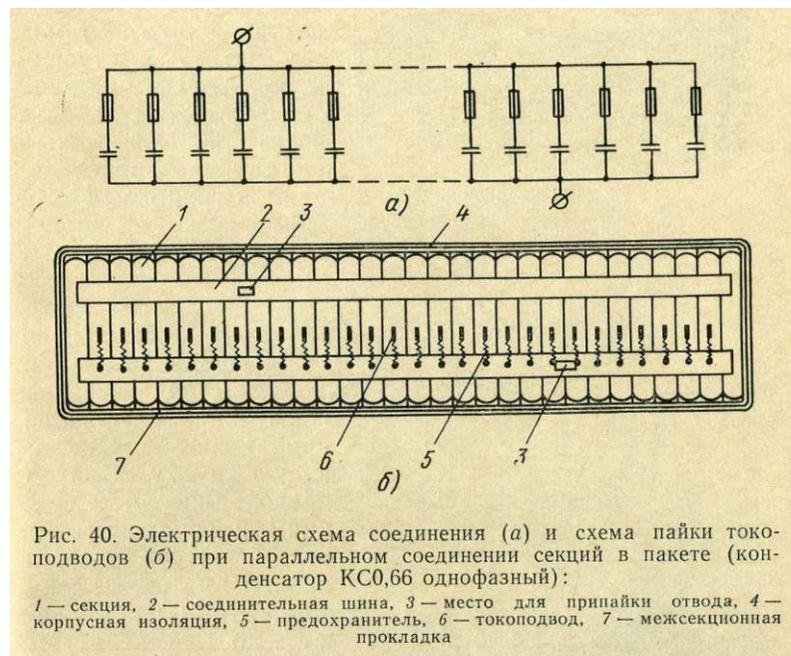
Параллельное соединение секций в пакете осуществляют с помощью соединительных шин. При параллельном соединении токоподводы в секциях обычно располагают с двух противоположных торцов. Поэтому пайку схемы таких пакетов производят с двух торцовых



сторон пакета. С одной торцовой стороны токоподводы всех секций пакета припаивают непосредственно к соединительной шине, свободный конец которой одновременно является отводом пакета. С другой торцовой стороны токоподводы всех секций припаивают к соединительной шине через секционные предохранители.

При пайке схемы пакета вначале припаивают токоподводы непосредственно к шине. Затем пакет переворачивают, в пазах межсекционных прокладок закрепляют соединительную шину, одновременно являющуюся вторым отводом пакета, и поочередно припаивают предохранители сначала к токоподводам, потом к шине; припой наносят паяльником.

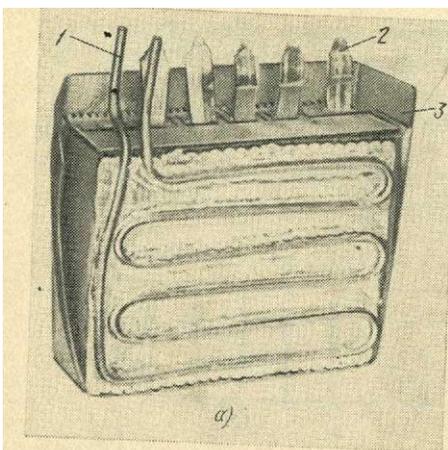
Способ припайки токоподводов непосредственно к шине ничем не отличается от припайки токоподводов к переключкам (параллельно-последовательное соединение). Однако, когда шины имеют значительную длину (пакеты конденсаторов II габарита), их во избежание смещения в нескольких местах предварительно прихватывают к токоподводам.



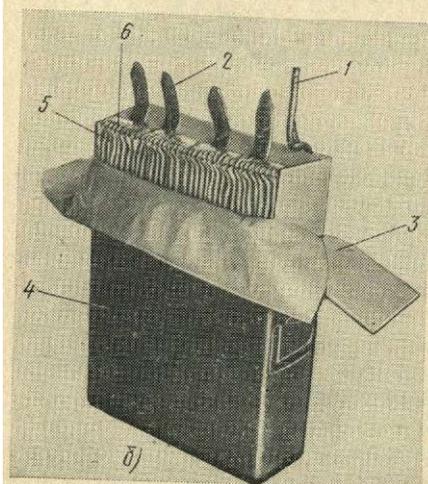
При расположении токоподводов в секциях с одной торцовой стороны (рис. 40, а, б) последовательность пайки не отличается от вышеописанной.

Наиболее сложной по технологии является пайка схемы пакетов конденсаторов для электротермических установок. Сложность состоит в необходимости припайки деталей к алюминиевой фольге, выступающей из торцов секций.

С одной стороны пакета к выступающей из секций фольге припаивают выполненную в виде змеевика охлаждающую медную трубку 1 (рис. 41, а). Припайка этой трубки обеспечивает электрическое соединение



друг с другом выступающих обкладок всех секций пакета 5 одной полярности. Кроме того, охлаждающая трубка, соединенная с корпусом 4, является общим выводом конденсатора. С другой стороны пакета выступающую фольгу каждой секции в отдельности через предохранитель 6 по группам присоединяют к групповым изолированным от корпуса отводам 2 (рис. 41, б).



Пайку схемы пакетов производят после их предварительной сушки и электрических испытаний. Вначале припаивают охлаждающую трубку, а затем предохранители к секциям и групповым отводам. Перед пайкой пакеты и охлаждающие трубки разогревают до температуры 80—90° С в специальных термощафах, что в значительной мере облегчает пайку и обеспечивает ее надежность.

Непосредственно перед припайкой трубок торец пакета облуживают цинковым припоем на специальном станке (рис. 42) механическим способом.

Рис. 41. Пакет конденсатора ЭСВ:  
а — со стороны охлаждающей трубки, б — со стороны предохранителей; 1 — охлаждающая трубка, 2 — групповой отвод, 3 — обертка, 4 — корпус, 5 — пакет, 6 — предохранитель

Перед пуском станка в ванну закладывают цинковый припой и разогревают его до температуры 300—360° С. Затем включают электродвигатель, и станок готов к работе.

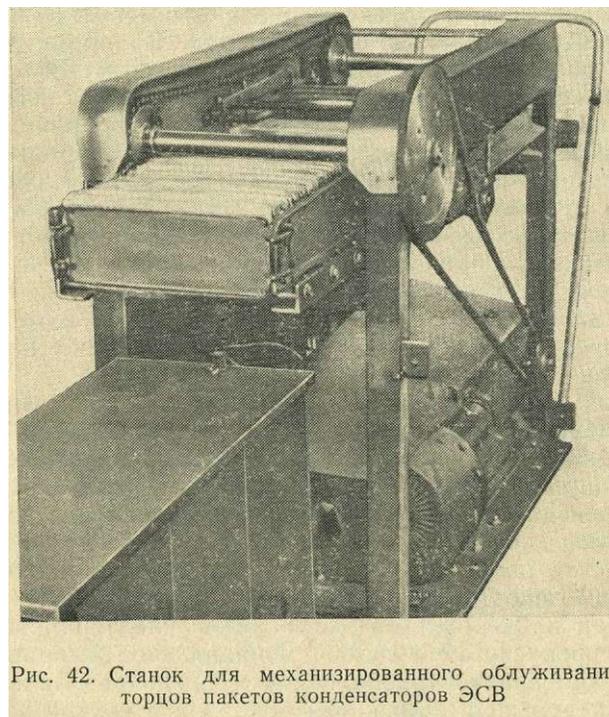


Рис. 42. Станок для механизированного облуживания торцов пакетов конденсаторов ЭСВ

Предварительно разогретый пакет укладывают поверхностью, подлежащей облуживанию, на направляющие станка. Перемещаясь под действием толкателя, пакет проходит между медным и прижимным валами. Медный вал, соприкасаясь с расплавленным припоем и вращаясь навстречу движению пакета, равномерным слоем наносит припой на выступающую с торцов секций фольгу. Облуженный пакет снимают с направляющих на противоположной стороне станка.

На облуженную поверхность пакета в соответствии с чертежом укладывают охлаждающую трубку. Чтобы трубка плотно прилегала к облуженной поверхности, ее сверху прижимают гегинаксовой планкой, а концы фиксируют шаблоном по отношению к струбцине пакета. Затем в нескольких местах трубку прихватывают оловянно-свинцовым припоем к поверхности пакета. Шаблон и прижимную планку снимают и после дополнительного выравнивания трубки деревянным молотком окончательно припаивают ее с двух сторон. Во время пайки припой должен заполнять все пространство между трубкой и поверхностью пакета. Особенно тщательно следует припаивать концы трубки, чтобы они не оторвались при дальнейшей сборке конденсатора. Трубку припаивают электропаяльником мощностью 500 Вт.

Для присоединения предохранителей к секциям выступающую фольгу в месте пайки сжимают и облуживают цинковым припоем. Затем производят поочередную припайку одних концов предохранителей оловянно-свинцовым припоем, а другие концы припаивают к групповым отводам обычным способом после сборки пакета в корпус.

После пайки каждый пакет подвергают испытаниям, позволяющим проверить правильность выполнения схемы, а также качество и надежность пайки. Качество пайки определяют внешним осмотром, а надежность — испытанием на отрыв. Правильность выполнения схемы проверяют внешним осмотром и испытанием групп секций и всего пакета на короткое замыкание, а также измерением емкости.

При пайке пакетов могут быть следующие виды брака: пропуски мест пайки; неправильное выполнение схемы; отставание токопроводов и предохранителей от шин и перемычек; замыкание обкладок в секции вследствие затекания припоя.

Пропуски мест пайки и неправильное выполнение схемы являются результатом невнимательной работы паяльщика.

Отставание токопроводов и предохранителей от шин и перемычек происходит как вследствие пайки недостаточно горячим паяльником, так и вследствие чрезмерного перегрева паяльника. В первом случае отставание объясняется невозможностью получить прочное сцепление деталей, во втором — тепло, исходящее в процессе

пайки от перегретого паяльника, расплавляет припой соседнего спая. Кроме того, отставание происходит при пайке плохо облуженных деталей.

Затекание припоя и вызываемое им замыкание обкладок в секциях чаще всего наблюдается при пайке пакетов, секции которых имеют выступающую фольгу. Затекание припоя происходит из-за плохой закатки фольги по торцу пакета-

Во всех рассмотренных случаях брак устраняют повторной пайкой и удалением кусочков затекшего припоя.

В настоящее время для соединения схем пакетов некоторых конденсаторов применяют вместо пайки припоями ультразвуковую сварку, которая состоит в том, что под действием энергии механических ультразвуковых колебаний, подводимых к местам сопряжения металлов, происходит повышение температуры в зоне их контакта, растрескивание твердых (оксидных) и выгорание жировых пленок, пластическая деформация металла, интенсивная диффузия, плавление и другие явления. В результате образуется неразъемное соединение металлов. Сварные соединения отличаются малым переходным сопротивлением и достаточной механической прочностью.

Получение механических колебаний ультразвуковой частоты основано на использовании физического явления магнитострикции, которое заключается в том, что некоторые ферромагнитные материалы (никель и его сплавы) при воздействии магнитного поля меняют свои линейные размеры.

Ультразвуковую сварку схем пакетов осуществляют на специальных сварочных машинах КТУ-1,5 (клещи точечные ультразвуковые мощностью 1,5 кВт), разработанных ВНИИЭСО. Сварочные машины (рис. 43) состоят из источника питания, аппаратуры управления сварочным циклом, механической колебательной системы и привода давления. Важнейшим элементом является механическая колебательная система, предназначенная для преобразования электрической энергии в энергию механических колебаний ультразвуковой частоты и передачи ее в зону сварки. Источником питания машины служит ультразвуковой генератор УЗГ5-1,6/22 мощностью 1,6 кВт и частотой 22 кГц.

Механическая колебательная система оформлена в виде головки, укрепленной на консоли и способной

перемещаться вертикально и горизонтально. Управляют машиной при помощи кнопки, расположенной в рукоятке головки.

Для сварки схемы пакет устанавливают на стол, свариваемые детали пакета (токоподводы, перемычки, шины) собирают в пучок и, подводя к нему головку, помещают его между опорой и сварочным наконечником.

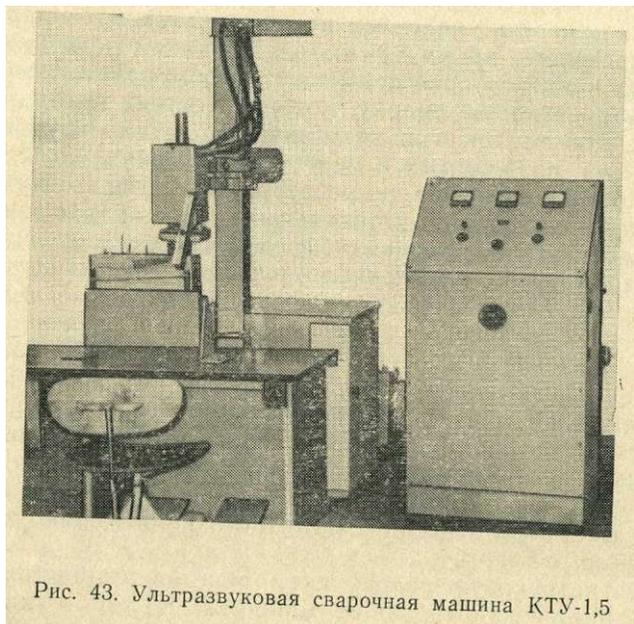


Рис. 43. Ультразвуковая сварочная машина КТУ-1,5

При нажатии кнопки детали зажимаются и происходит их сварка. Диаметр сварочного наконечника составляет 3—5 мм, длительность сварки 0,8 с, усилие сжатия свариваемых деталей 1,2 кН (120 кгс). Производительность машины 15—60 сварных точек в минуту.

При изготовлении некоторых типов конденсаторов ультразвуковая сварка позволяет полностью исключить применение дорогостоящих и дефицитных материалов (меди и припоя). Токоподводы, шины, перемычки из меди заменяют алюминиевыми. Одновременно повышается производительность труда.

### § 30. Гигиена при изготовлении пакетов конденсаторов

К изготовлению силовых конденсаторов предъявляют очень высокие требования в отношении производственной культуры, которые обусловлены применением большого количества бумажной и пленочной изоляции, постоянно находящейся под высоким электрическим потенциалом. Производственные условия должны исключать возможность попадания в конденсаторные секции каких-либо диссоциирующих загрязнений, которые могут оказывать решающее влияние на диэлектрические качества изоляции и срок службы конденсаторов. К вредным последствиям часто приводят даже очень небольшие загрязнения.

Из всех стадий изготовления силовых конденсаторов наиболее ответственными являются намотка конденсаторных секций и сборка их в пакеты, поскольку вся масса диэлектрика непосредственно соприкасается с окружающей средой. На данных стадиях производства высокие требования предъявляют не только к чистоте рабочего места, технологического оборудования, оснастки и деталей, но и к устройству помещений и личной гигиене работающих.

При изготовлении пакетов конденсаторов прежде всего необходимо обеспечить чистоту окружающего воздуха. Воздух в производственных помещениях не должен содержать взвешенных частиц пыли и копоти и быть загрязненным парами кислот и других веществ. В соответствии с принятыми технологическими регламентами запыленность помещений не должна превышать 300 пылинок в 1 дм<sup>3</sup>.

Внутреннюю часть помещений тщательно изолируют от наружной атмосферы. Оконные проемы надежно уплотняют, а входные двери устраивают с тамбурами. В помещениях необходимо поддерживать безукоризненную чистоту. Во избежание попадания в секции и пакеты механических частиц со стен и потолков последние покрывают прочной влагостойкой краской и подвергают ежедневной влажной очистке.

Чистота воздуха зависит также от состояния полов. Поэтому очень важно, чтобы полы были гладкими, без швов и щелей, в которых легко может накапливаться пыль. Допускается только влажная уборка полов.

## Контрольные вопросы

1. Как устроен намоточный станок?
2. Каков порядок намотки секций?
3. Укажите причины, вызывающие дефекты секций при намотке.
4. Как устроен механический пресс для запрессовки секций в пакеты?
5. Каковы особенности сборки и запрессовки пакетов различных типов конденсаторов?
6. Укажите методы и назначение электрических испытаний пакетов.
7. Почему нельзя применять канифольно-масляные флюсы при пайке схемы пакетов, предназначенных под пропитку хлорированными дифенилами?
8. Почему необходимо уделять особое внимание личной гигиене при намотке секций и изготовлении пакетов?

Современные помещения, в которых изготавливают пакеты конденсаторов, оборудуют специальными кондиционирующими установками для подачи очищенного, с определенной влажностью и температурой воздуха.

Чтобы предотвратить попадание пыли в помещение, давление кондиционированного воздуха в нем поддерживают несколько выше атмосферного.

Чистота воздуха в помещениях не может быть совершенной, если одновременно не поддерживается чистота территории, окружающей здания конденсаторного производства. Территория должна быть озеленена. В ее пределах и окрестностях атмосфера не должна содержать угольной пыли и вредных паров.

В процессе работы необходимо систематически следить за чистотой технологического оборудования и рабочих мест. Намотчицы должны постоянно заботиться о чистоте спецодежды, личной гигиене, прежде всего о чистоте рук, особенно при намотке секций для конденсаторов, пропитанных хлорированными дифенилами, так как даже небольшие следы пота и жира, которые могут оставаться на диэлектрике, ухудшают качество конденсаторов.

При намотке секций рекомендуется надевать перчатки или напальчники. Не разрешается прикасаться руками после их мытья к любым предметам, не связанным с выполнением необходимых операций.

Работники, занятые изготовлением пакетов конденсаторов, в своем рабочем помещении должны быть постоянно одеты в белые халаты. За пределами рабочего помещения пользоваться этими халатами не допускается. Посторонние лица перед входом в рабочее помещение, где изготавливают пакеты, должны надевать белые халаты и специальную обувь.

Приведенные требования по гигиене производства пакетов конденсаторов сводятся к соблюдению чистоты при всех операциях и устранению возможности попадания загрязнений внутрь диэлектрика. Эти требования должны быть хорошо известны всем работающим в конденсаторном производстве и в особенности тем, кто непосредственно занят изготовлением пакетов конденсаторов. Только при строгой дисциплине и точном выполнении правил гигиены конденсаторное производство может стоять на должной высоте,