

ПУТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РУДНИЧНЫХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК.

Доцент Ксюниц Г. П.

В то время, как в последние годы много внимания уделяется вопросу автоматизации рудничных насосных установок, не было сделано никаких попыток поставить вопрос об автоматизации рудничных вентиляторных установок.

По нашему мнению, автоматизация рудничных вентиляторных установок имеет не только не меньшее, но гораздо большее значение, чем автоматизация рудничных насосных установок.

Дело в том, что режим работы рудничной насосной установки остается неизменным в течение всего срока службы этой установки, и поэтому идея автоматизации рудничных насосных установок, по существу, сводится лишь к автоматическому запуску насосов при повышении уровня воды в водосборниках и к выключению их, когда уровень воды достигнет нижнего предела. В конечном итоге автоматизация рудничных насосных установок может дать только некоторую экономию в смысле стоимости обслуживания насосов (о повышении надежности работы, пока что, говорить не приходится).

Совершенно иначе обстоит дело с рудничными вентиляционными установками.

Режим работы рудничной вентиляционной установки, как известно, никогда не остается неизменным.

Очистные работы непрерывно перемещаются в пределах шахтного поля. Они передвигаются от шахты к границам шахтного поля или наоборот (в зависимости от направления выемки), и переходят с вышележащих горизонтов на нижележащие.

В связи с этим постоянно изменяется эквивалентное отверстие шахты, а, следовательно, и режим работы вентиляционной установки.

При разработке одного какого то горизонта эквивалентное отверстие изменяется непрерывно, причем, если выемка ведется по направлению к границам шахтного поля, то эквивалентное отверстие постепенно уменьшается, а если выемка ведется по направлению от границ шахтного поля, то эквивалентное отверстие постепенно увеличивается.

При переходе с вышележащего горизонта на нижележащий эквивалентное отверстие изменяется скачкообразно, а затем при

разработке нового горизонта повторяется с небольшими отклонениями та же картина изменения величины эквивалентного отверстия, которая имела место на вышележащем горизонте.

В этих условиях изменяющегося эквивалентного отверстия шахты, поскольку его изменение влечет за собою изменение дебита вентиляционной установки, приходится думать о регулировании вентилятора.

Следует заметить, что необходимость в регулировании является не только тогда, когда в силу уменьшения эквивалентного отверстия шахты вентилятор уменьшает свою производительность. Она является и тогда, когда при увеличении эквивалентного отверстия шахты, увеличивается дебит вентилятора, так как увеличение производительности вентилятора выше нормы не только влечет за собой перерасход энергии, но создает и технические неудобства—увеличение скорости отдельных струй выше значений, устанавливаемых „Правилами безопасности“, — сквозняки.

Как известно, наиболее экономичным способом регулирования вентиляторов, по крайней мере, центробежных (которые пока, главным образом, и применяются), является регулирование при помощи изменения числа оборотов их рабочих колес.

Для небольших вентиляторов с приводом от асинхронных моторов, при небольшом диапазоне регулировки, считается еще экономичным пользоваться реостатом в цепи ротора. При более широком диапазоне регулировки обычно прибегают к смене шкивов ременной передачи.

Большие вентиляторы регулируют при помощи ступенчатых редукторов, а в отдельных случаях устанавливают даже каскадные группы (Кремера, Шербиуса и др.).

Наименее экономичным способом регулирования является регулирование при помощи задвижки (шибера).

На большинстве наших шахт, и в особенности в Кузбассе, задвижка является единственным средством регулирования вентиляторов, поскольку на большинстве установок отсутствуют даже регулировочные реостаты.

Таким образом, регулирование вентиляторов в настоящее время на большинстве наших шахт может осуществляться только очень несовершенным способом, приводящим к большим потерям энергии. Однако и этим средством пользуются далеко не достаточно, вследствие того, что на шахтах не всегда имеется ясное представление о том, когда следует прибегнуть к регулированию вентилятора.

Детальный расчет вентиляции шахты, построенный на основе плана развития горных работ, дает возможность выяснить картину изменения эквивалентного отверстия шахты по годам и, следовательно, дает возможность составить план регулирования вентилятора. Но в процессе эксплуатации шахты всегда имеют место отступления от первоначальных проектных наметок, кроме того, и самый расчет вентиляции в горных условиях никогда не

может быть достаточно точен. Поэтому данный в расчете вентиляции график изменения величины эквивалентного отверстия в действительности никогда не выдерживается, и на составленный в проекте план регулирования вентилятора можно смотреть только как на ориентировочный. Отсюда проистекает необходимость постоянного контроля за работой рудничных вентиляционных установок, на основе которого и должно производиться регулирование вентиляторов. На современном уровне развития техники для контроля за работой рудничных вентиляторных установок мы имеем такие приборы, как самопишущие депрессиомер и волюмометр. Но и эти приборы, к сожалению, не находят еще на наших шахтах достаточного применения. Так, в Кузбассе имеется только один такой прибор на ш. Емельяновской в Ленинске и, надо сказать, что и он в течение ряда лет бездействует.

Практически для контроля за работой рудничных вентиляционных установок в настоящее время пользуются только анемометром, причем замеры скорости воздуха в этом случае имеют характер весьма грубых измерений.

Неудивительно, что на шахтах не очень доверяют этому контролю за работой вентиляционных установок и прибегают к нему только в случаях крайней необходимости, когда недостаток воздуха становится совершенно очевидным и дает себя чувствовать на практике, то есть, когда начинают поступать жалобы от рабочих, учащаются случаи „угаров“ и т. п.

Что касается случаев, когда вентиляторы подают излишне большое количество воздуха, то здесь, как правило, о регулировании вентилятора не думают и часто идут на большой перерасход энергии.

Таким образом, в настоящее время мы не только не имеем на большинстве шахт достаточно совершенных средств для регулирования вентиляторов, но не имеем и налаженного контроля за их работой.

Кроме того, между контролем за работой рудничных вентиляторных установок и их регулированием имеется определенный разрыв.

Состояние проветривания наших шахт настоятельно требует пересмотра вопроса о контроле за работой вентиляторов и их регулировании и устранения упомянутого разрыва между ними.

Вопрос о контроле и регулировании рудничных вентиляторов может быть коренным образом разрешен только автоматизацией рудничных вентиляторных установок. Из сказанного выше следует, что автоматизация должна коснуться в первую очередь регулирования дебита вентилятора. Автоматический пуск вентилятора—это вопрос второстепенный.

Однако и автоматизация пуска вентилятора для многих шахт, где, как, например, на шахте Центральной в Кемерово, имеется большое число вентиляционных установок, является вопросом весьма актуальным, так как введение автоматизации принесет здесь большую экономию.

Вопрос об автоматизации вентиляционных установок вполне назрел, и нам нужны теперь такие вентиляционные установки, которые бы стояли на уровне достижений мировой техники.

Чем же объяснить, что вопрос об автоматизации вентиляционных установок до сих пор никем не был поставлен? В последние годы наметилась определенная тенденция к постепенной замене в горной промышленности (как и в других областях промышленности) центробежных вентиляторов осевыми вентиляторами.

Осевые вентиляторы обладают, по сравнению с центробежными, целым рядом преимуществ, а именно: они имеют более высокий к.п.д., реверсивны, просты, относительно дешевы и допускают широкую регулировку производительности при неизменном числе оборотов (возможна регулировка и при переменном числе оборотов). Регулировка осевых вентиляторов при постоянном числе оборотов осуществляется или снятием части лопастей рабочего колеса, или поворотом части лопастей в нерабочее положение (нейтрализация), или одновременным поворотом всех лопастей. Поскольку регулирование осевых вентиляторов может осуществляться и при постоянном числе оборотов, то в случае их применения отпадает необходимость в смене шкивов ременной передачи, при малых мощностях, соответственно—в ступенчатых редукторах и каскадных агрегатах, при больших мощностях. Таким образом, регулирование этих вентиляторов практически значительно упрощается.

В связи с этим создается, очевидно, впечатление, что применение осевых вентиляторов, благодаря простоте их регулирования, явится мероприятием, полностью разрешающим проблему проветривания шахт в условиях переменного эквивалентного отверстия и, следовательно, проведение каких-либо дополнительных мероприятий, как, например, автоматизация вентиляторных установок, является излишним.

Но все же регулирование осевых вентиляторов обычных конструкций путем поворота лопастей осуществляется не так просто.

Для выполнения этой регулировки вентилятор должен быть остановлен, и каждая лопасть по отдельности должна быть установлена в новое положение (под новым углом). То же можно сказать и о нейтрализации отдельных лопастей.

Что касается регулировки осевых вентиляторов снятием отдельных лопастей, то здесь, помимо сказанного выше, необходимо учитывать еще и возможность нарушения балансировки рабочего колеса—обстоятельство весьма существенное при высоких окружных скоростях, с которыми работают осевые вентиляторы (100—120 м/сек). Существуют, правда, и такие конструкции осевых вентиляторов (у нас еще не изготавливаемые), где поворот всех лопастей совершается одновременно, но остановка вентилятора при его регулировке и здесь необходима.

Все же, как бы просто не осуществлялось регулирование осевых

вого вентилятора, разрыв между контролем за работой вентилятора и регулированием его и здесь не устраняется. В каждом случае регулированию вентилятора должно предшествовать определение расчетным путем необходимого угла установки лопастей, которое должно производиться на основе показаний, контролирующих вентилятор приборов. Совершенно очевидно, что на шахтах будут прибегать к регулированию осевых вентиляторов, так же как сейчас к регулированию центробежных вентиляторов, только в случаях крайней нужды. Иначе говоря, при отсутствии автоматизации и в установках с осевыми вентиляторами будут иметь место те же ненормальности, какие имеются налицо в установках с центробежными вентиляторами и, следовательно, необходимо автоматизировать все рудничные вентиляторные установки независимо от типа вентиляторов.

Вопрос об автоматизации рудничных вентиляционных установок не может решаться совершенно независимо от вопроса о приводе.

Нужно сказать, что применяемые в настоящее время типы электрического привода рудничных вентиляторных установок, с точки зрения регулирования вообще и особенно с точки зрения автоматического регулирования, оставляют желать лучшего.

Так, получивший наибольшее распространение для привода рудничных вентиляторов асинхронный мотор допускает регулировку числа оборотов, но эта регулировка сопряжена с большими потерями в реостате и является неэкономичной.

Применяемые иногда синхронные моторы практически совершенно не позволяют изменять число оборотов вентилятора. Поэтому, в случае применения асинхронных или синхронных моторов, производят только грубую регулировку числа оборотов вентилятора при помощи ступенчатых редукторов и, следовательно, идут на определенный перерасход энергии, допустимый только при небольшой мощности установок.

Автоматизировать регулирование таких установок является трудной задачей.

Применяемые изредка для более мощных установок (свыше 300 *квт*) каскадные агрегаты допускают плавную и, следовательно, экономичную регулировку числа оборотов. Они могут быть сравнительно просто автоматизированы. Однако, эти установки являются слишком громоздкими, и применение их на современном уровне развития техники вряд ли является рациональным.

Вопрос о типе электрического привода для рудничных вентиляторных установок должен быть пересмотрен и вообще, и в связи с их автоматизацией.

В последнее время, для регулирования скорости электропривода, находят все большее и большее распространение управляемые ионные приборы—тиратроны и ртутные выпрямители с регулированием на сетке.

За границей имеется уже значительное количество выполненных установок этого типа, притом для самых различных мощно-

стей. В частности, фирмой А.Е.С. была использована подобная установка и для привода шахтного вентилятора мощностью в 1000 квт.

Применяя в качестве привода рудничного центробежного вентилятора мотор постоянного тока в соединении с тиратроном (при небольших мощностях), или с регулируемым ртутным выпрямителем (при больших мощностях), можно просто и экономично регулировать число оборотов вентилятора, причем в автоматизации такой установки не представляется никаких затруднений.

Для установок небольших мощностей этот тип электропривода, конечно, приведет к несколько большим капитальным затратам, однако он дает такие преимущества в эксплуатационном отношении, которые полностью оправдают эти затраты. В самом деле, имея действительную возможность регулировать вентилятор, мы не только всегда обеспечиваем шахту необходимым количеством воздуха, но и экономим энергию. Что касается установок больших мощностей, то здесь все преимущества окажутся на стороне мотора постоянного тока, питаемого от регулируемого ртутного выпрямителя, ибо такая установка потребует и меньших затрат, чем установка с каскадной группой, и будет значительно дешевле в эксплуатации.

По нашему мнению, для рудничных вентиляторных установок с центробежными вентиляторами этот тип электропривода является наиболее целесообразным.

Что касается установок с осевыми вентиляторами, которые можно регулировать при постоянном числе оборотов (путем поворота лопастей рабочих колес), то для них все преимущества будут на стороне асинхронного мотора (при малых мощностях) и синхронного мотора (при больших мощностях).

Автоматизировать установки с осевыми вентиляторами вполне возможно. Нужно только автоматизировать поворот лопастей рабочих колес.

Как видно из сказанного выше, приходится иметь в виду две схемы автоматизации рудничных вентиляторных установок: одну применительно к центробежным вентиляторам (регулирование путем изменения числа оборотов) и другую— применительно к осевым вентиляторам (регулирование путем поворота лопастей рабочего колеса).

Ниже дается описание эскизных набросков схем автоматизации для обоих упоминавшихся типов рудничных вентиляторных установок.

Автоматизация рудничной вентиляторной установки с центробежным вентилятором и с приводом от мотора постоянного тока, питаемого от управляемого ртутного выпрямителя (или от тиратрона) не представляет никаких трудностей.

На фиг. 1 показана примерная схема такой установки, выполненная для случая мощного (порядка 300—1000 квт) рудничного вентилятора.

Как можно видеть из чертежа, во всасывающем канале вентилятора В установлена измерительная шайба *ш*, служащая для создания необходимой для действия регулятора разности давлений.

Регулятор устроен по принципу самопишущего волюмометра.

Один из двух поплавков этого прибора *п* (в волюмометре служащий для приведения в действие пишущего механизма) при опускании замыкает контакты 1—1, а при поднятии—контакты 2—2, воздействуя таким образом на схему управления мотора в смысле повышения или понижения числа оборотов и, следовательно, в смысле увеличения или уменьшения производительности вентилятора.

При уменьшении эквивалентного отверстия шахты, когда уменьшение производительности вентилятора перейдет допустимый предел, поплавок *п* регулятора опустится настолько, что замкнет контакты 1—1.

При замыкании этих контактов, через нормально замкнутый контакт КРВ-2, будет включено реле времени РВ-1. Если замыкание контактов 1—1 было обусловлено кратковременным понижением разности уровней жидкости в камерах волюмометра, в силу случайного уменьшения величины эквивалентного отверстия (например,—совпадение моментов встречи подъемных сосудов в стволах подъемной и вентиляционной шахт,) то это реле, установленное на 5—10 сек., не сработает. Реле РВ-1 сработает и замкнет свои контакты КРВ-1 только в случае более или менее длительного уменьшения производительности вентилятора.

При замыкании контактов КРВ-1 будет включено промежуточное реле ПР-1, которое заставит включиться двухполюсный контактор К-1, служащий для пуска (при определенном направлении вращения) сервомотора СМ.

После включения контактором К-1 сервомотора СМ, последний через двойную (червячную и зубчатую) передачу П и соединительную муфту М вращает вал фазорегулятора Ф в направлении, соответствующем уменьшению угла сдвига момента зажигания управляемого ртутного выпрямителя УР, питающего двигатель вентилятора Д.

При этом напряжение на зажимах двигателя (мотор постоянного тока с независимым возбуждением) начинает повышаться, и соответственно число его оборотов—увеличиваться.

Соответственно увеличению числа оборотов двигателя будет увеличиваться и производительность вентилятора, поплавок регулятора *п* пойдет вверх и, когда производительность вентилятора достигнет нормальной величины, контакты 1-1 будут разомкнуты, будет выключено промежуточное реле ПР-1 и контактор К-1 отключит сервомотор СМ.

Положение фазорегулятора Ф при этом останется таким, каким оно было в момент выключения сервомотора (самоторможение червячной передачи).

Работа регулятора при увеличении эквивалентного отверстия шахты и, следовательно, при повышении производительности вентилятора происходит аналогичным же образом.

Здесь, при повышении разности уровней в обоих коленах регулятора, поплавков П поднимается и замыкает контакт 2—2. При этом срабатывает реле времени РВ-3, включающее промежуточное реле ПР-2, которое в свою очередь включает контактор К2.

Направление вращения сервомотора СМ теперь соответствует увеличению угла сдвига зажигания управляемого ртутного выпрямителя УР и понижению числа оборотов вентилятора.

По снижению производительности вентилятора до нормальной величины разрываются контакты 2-2, обесточивается промежуточное реле ПР-2, выключается контактор К-2 и останавливается сервомотор СМ; число оборотов двигателя перестанет уменьшаться.

При такой простой схеме может, однако, оказаться, что вследствие влияния инерции движущихся частей установки и самого регулятора, регулирование будет неустойчивым.

Так, например, в силу инерции вращающихся масс вентилятора число оборотов мотора будет повышаться медленнее, чем возрастает напряжение. Поэтому после выключения сервомотора, число оборотов мотора и, соответственно, производительность вентилятора будут еще возрастать. Подобным же образом будет влиять инерция воздуха и инерция самого регулятора. Так как после размыкания контактов 1—1, которое происходит после достижения вентилятором нормальной производительности, последняя может еще увеличиваться, то вслед за замыканием контактов 1—1 могут замкнуться контакты 2—2.

Чтобы сделать регулирование устойчивым, в предлагаемой схеме предусмотрены реле времени РВ-2 и РВ-4. Назначение этих реле размыканием нормально-замкнутых контактов КРВ-2 и КРВ-4 выключать сервомотор СМ, позволяя ему работать непрерывно только ограниченное количество времени (5—10 сек.). В последнем случае влияние инерции будет в значительной мере ослаблено.

Не сложно автоматизировать и пуск вентилятора.

На предлагаемой схеме пуск предусматривается производить следующим образом: нажатием кнопки КП при помощи контактора КЗ включается вспомогательный ртутный выпрямитель Р, имеющий автоматическое зажигание и питаемый от трансформатора Т.

После зажигания этого ртутного выпрямителя автоматически включается, при помощи соленоидного привода СП, управляемый ртутный выпрямитель УР, имеющий также автоматическое зажигание. После того, как этот последний зажегся, одновременно срабатывают контакторы К4 и К5. Первый из них включает цепь регулятора, а второй при помощи муфты М соединяет вал фазорегулятора Ф с валом передачи П.

Пока муфта М была разъединена, ротор фазорегулятора грузом Г был поставлен в положение, при котором угол сдвига момента зажигания управляемого ртутного выпрямителя был максимальным, и поэтому напряжение на его зажимах было минимальным. Так как при пуске контакты 1—1 замкнуты, то сразу же после включения контакторов К 4 и К 5 сервомотор СМ начинает работать, постепенно увеличивая число оборотов двигателя Д до величины, соответствующей нормальной производительности вентилятора.

В последующем регулирование вентилятора происходит автоматически так, как это было описано выше.

Пуск вентилятора при такой схеме может производиться и на расстоянии.

В частности, вполне возможно предусмотреть автоматический пуск резервного вентилятора при остановке рабочего вентилятора.

На предлагаемой схеме для этой цели предусмотрено центробежное реле ЦР. Это реле приводится от вала, не изображенного на схеме рабочего вентилятора, и при внезапной остановке его замыкает контакты 3—3, что соответствует пуску изображенного на схеме вентилятора В, который теперь будем рассматривать как резервный.

Само собою разумеется, что (при автоматической установке) задвижка вентилятора должна открываться и закрываться также автоматически.

Обычно пуск вентилятора производится при закрытой задвижке, что имеет ввиду понижение пускового тока. В нашем случае задвижка нужна только для того, чтобы воздух в работающий вентилятор не мог поступать через диффузор резервного. Поэтому схема предусматривает автоматическое открывание задвижки до начала пуска, сразу же после включения ртутного выпрямителя Р.

Процесс открывания задвижки происходит следующим образом: после того, как включен и зажегся выпрямитель Р, включается контактор К 6, замыкаются контакты 4—4, и мотор МЗ открывает задвижку, автоматически выключаясь при помощи выключателя *b* 1.

В случае остановки по какой-либо причине вентилятора В, контактор К 6 обесточивается, причем оказываются замкнутыми контакты 5—5, вследствие чего мотор задвижки МЗ снова включается, закрывая задвижку и автоматически останавливаясь при помощи выключателя *b* 2.

Как было сказано выше, настоящая схема составлена применительно к мощной установке. Для небольших установок с центробежными вентиляторами вместо управляемых ртутных выпрямителей удобнее было бы применить тиратроны.

Поскольку принципиальных различий между этими двумя вариантами нет, описания схемы автоматизации небольшой рудничной вентиляторной установки с центробежным вентилятором в настоящей статье не приводится.

Автоматизировать рудничную вентиляционную установку с осевыми вентиляторами и с приводом от асинхронного или синхронного мотора можно только в случае, когда вентилятор будет иметь специальную конструкцию.

Как уже было сказано, в настоящее время разработана такая конструкция осевого вентилятора, при которой необходимый для изменения его производительности поворот всех его лопастей происходит одновременно. В этой конструкции каждая лопасть имеет на шпинделе, служащем для нее осью, внутри ступицы рабочего колеса, коническую зубчатку. Все эти конические зубчатки одновременно находятся в зацеплении с зубчатым колесом, которое, будучи расположено внутри ступицы и свободно вращаясь на валу вентилятора, связывает все лопасти между собою. В то же время одна из лопастей на своей оси имеет, кроме конической зубчатки, еще червячное колесо, соединенное с проходящим внутри ступицы, в осевом направлении, червяком.

Поворот лопастей в описанной конструкции осуществляется вращением червяка, которое производится вручную при остановленном вентиляторе.

Вполне возможно было бы изменить эту конструкцию осевого вентилятора таким образом, чтобы поворот лопастей возможно было осуществлять, не останавливая вентилятора.

Для этого зубчатое колесо, при помощи которого связываются между собой отдельные лопасти, нужно снабдить длинной втулкой, выходящей за пределы ступицы вентилятора и имеющей внешнюю геликоидальную нарезку. Эта втулка должна охватываться муфтой, имеющей геликоидальные же выступы и могущей свободно перемещаться на валу в осевом направлении по шпонке.

Сдвигая муфту в ту или другую сторону по валу, можно будет поворачивать лопасти вентилятора и, следовательно, регулировать вентилятор „на ходу“.

Эта конструкция схематически представлена на рис. 2.

Что касается автоматизации процесса поворота лопастей, то она может быть осуществлена приблизительно по той же схеме, как в гидротурбинах. Предлагаемая автором схема представлена на рис. 2.

Для контроля за производительностью осевого вентилятора схемой предусматривается использовать тот же прибор, о котором говорилось выше при описании схемы автоматизации установки с центробежными вентиляторами.

Однако поскольку здесь, согласно прилагаемой схеме, регулятор должен создавать несколько большее усилие, чем в предыдущем случае, он включается через мультипликатор Рато. В этом случае регулятор может быть залит вместо воды ртутью, и подъемная сила его поплавков увеличится в 13,6 раза.

Как можно видеть из схемы фиг. 2, в том случае, когда вентилятор в силу изменения эквивалентного отверстия шахты изменит свою производительность, поднимется или опустится по-

Автоматизировать рудничную вентиляционную установку с осевыми вентиляторами и с приводом от асинхронного или синхронного мотора можно только в случае, когда вентилятор будет иметь специальную конструкцию.

Как уже было сказано, в настоящее время разработана такая конструкция осевого вентилятора, при которой необходимый для изменения его производительности поворот всех его лопастей происходит одновременно. В этой конструкции каждая лопасть имеет на шпинделе, служащем для нее осью, внутри ступицы рабочего колеса, коническую зубчатку. Все эти конические зубчатки одновременно находятся в зацеплении с зубчатым колесом, которое, будучи расположено внутри ступицы и свободно вращаясь на валу вентилятора, связывает все лопасти между собою. В то же время одна из лопастей на своей оси имеет, кроме конической зубчатки, еще червячное колесо, соединенное с проходящим внутри ступицы, в осевом направлении, червяком.

Поворот лопастей в описанной конструкции осуществляется вращением червяка, которое производится вручную при остановленном вентиляторе.

Вполне возможно было бы изменить эту конструкцию осевого вентилятора таким образом, чтобы поворот лопастей возможно было осуществлять, не останавливая вентилятора.

Для этого зубчатое колесо, при помощи которого связываются между собой отдельные лопасти, нужно снабдить длинной втулкой, выходящей за пределы ступицы вентилятора и имеющей внешнюю геликоидальную нарезку. Эта втулка должна охватываться муфтой, имеющей геликоидальные же выступы и могущей свободно перемещаться на валу в осевом направлении по шпонке.

Сдвигая муфту в ту или другую сторону по валу, можно будет поворачивать лопасти вентилятора и, следовательно, регулировать вентилятор „на ходу“.

Эта конструкция схематически представлена на рис. 2.

Что касается автоматизации процесса поворота лопастей, то она может быть осуществлена приблизительно по той же схеме, как в гидротурбинах. Предлагаемая автором схема представлена на рис. 2.

Для контроля за производительностью осевого вентилятора схемой предусматривается использовать тот же прибор, о котором говорилось выше при описании схемы автоматизации установки с центробежными вентиляторами.

Однако поскольку здесь, согласно прилагаемой схеме, регулятор должен создавать несколько большее усилие, чем в предыдущем случае, он включается через мультипликатор Рато. В этом случае регулятор может быть залит вместо воды ртутью, и подъемная сила его поплавков увеличится в 13,6 раза.

Как можно видеть из схемы фиг. 2, в том случае, когда вентилятор в силу изменения эквивалентного отверстия шахты изменит свою производительность, поднимется или опустится по-

Схема автоматизации рудничной вентиляторной установки с центробежным вентилятором

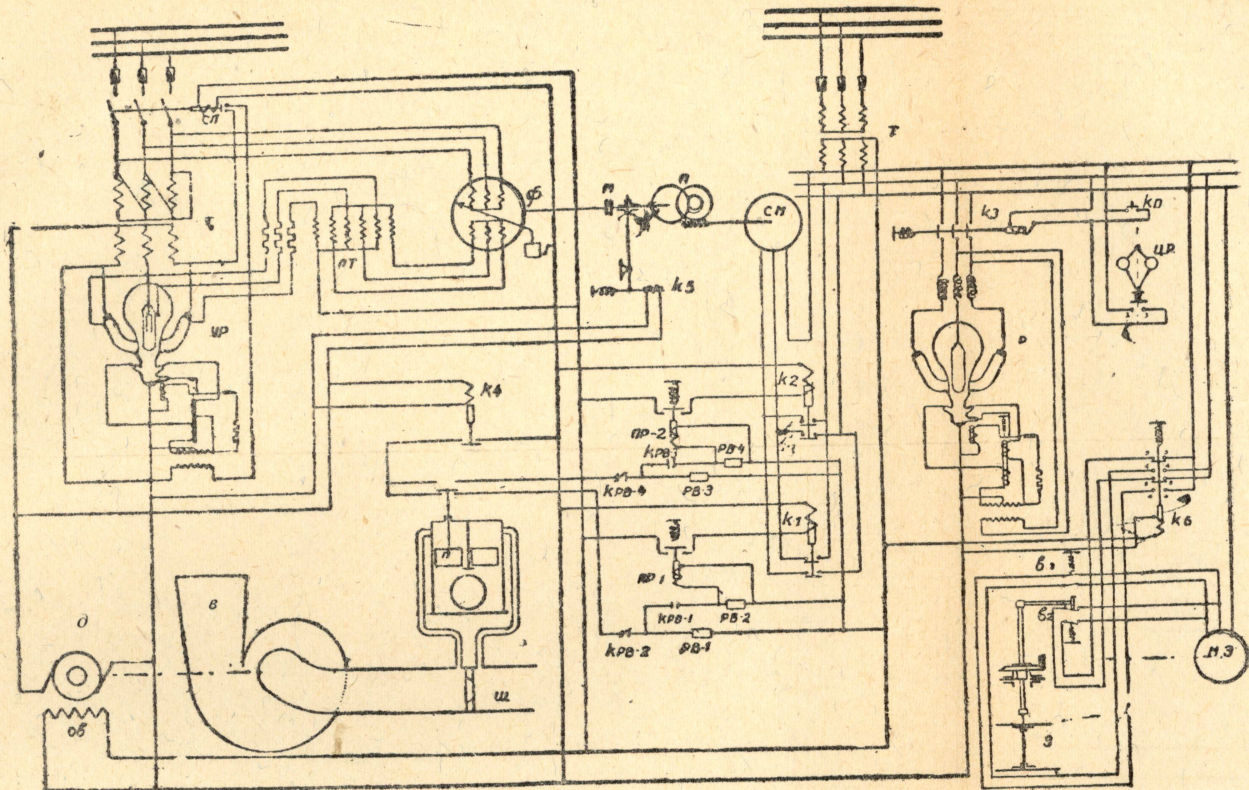


Рис. 1

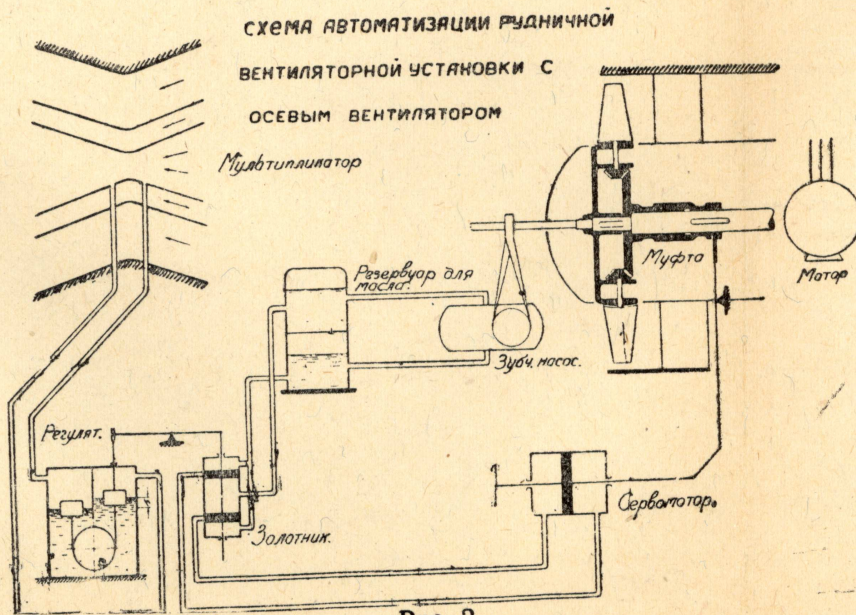


Рис. 2

плавок регулятора, связанный при помощи рычага с золотником сервомотора. Когда золотник сдвинут из среднего положения вверх или вниз, его средняя полость, в которую подводится масло под давлением (создаваемым специальным зубчатым насосом), сообщается с одной из полостей цилиндра сервомотора.

Под давлением масла, подводимого из золотниковой коробки, поршень сервомотора может перемещаться в ту или другую сторону, производя регулирующее действие, причем направление его движения определяется характером перестановки золотника.

Когда одна из полостей цилиндра сервомотора сообщена со средней полостью золотниковой коробки, то другая его полость сообщается с одной из боковых полостей золотниковой коробки и через них с нижним резервуаром для масла.

Давление в верхнем резервуаре для масла создается, как уже говорилось, зубчатым маслонасосом, приводимым непосредственно от вала вентилятора. Когда при регулировании производительность вентилятора достигла нормальной величины, и разность уровней в обеих полостях регулятора тоже, золотник сервомотора устанавливается в среднем положении, замыкая каналы обеих полостей цилиндра сервомотора. Положение лопастей рабочего колеса вентилятора при этом также фиксируется.

При малых сечениях каналов золотника и малой производительности маслонасоса с одной стороны, и при большой площади поршня сервомотора—с другой, регулирование по рассмотренной схеме будет устойчивым.