

6
A67
Министерство угольной промышленности СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А.А.Скочинского

На правах рукописи

Аспирант Г. М. ЗОЛОТАРЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ГИДРОЗАКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ
КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Специальность 05.311 - "Подземная
разработка и эксплуатация
угольных, рудных и
нерудных месторождений"

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва
1971

Работа выполнена в лабораториях автоматики и закладки
Института горного дела им.А.А.Скочинского.

Научные руководители:

докт.техн.наук В.В.Добровольский,
канд.техн.наук В.П.Бухгольц.

Официальные оппоненты:

проф., докт.техн.наук Г.А.Нурок,
канд.техн.наук И.И.Лившиц.

Ведущее предприятие - комбинат "Прокопьевскуголь".

Автореферат разослан 26 ию 1971 г.

Защита состоится 28 мая 1971 г. на заседании

Ученого совета Института горного дела им.А.А.Скочинского
(ст.Панки, Московской ж.д.).

С диссертацией можно ознакомиться в секретариате Учено-
го совета института.

Отзыв просим направлять в двух экземплярах по адресу:
Московская область, г.Люберцы-4, ИГД им.А.А.Скочинского.

Ученый секретарь
докт.техн.наук

Ю.Ф.ПОНОМАРЕНКО

В В Е Д Е Н И Е

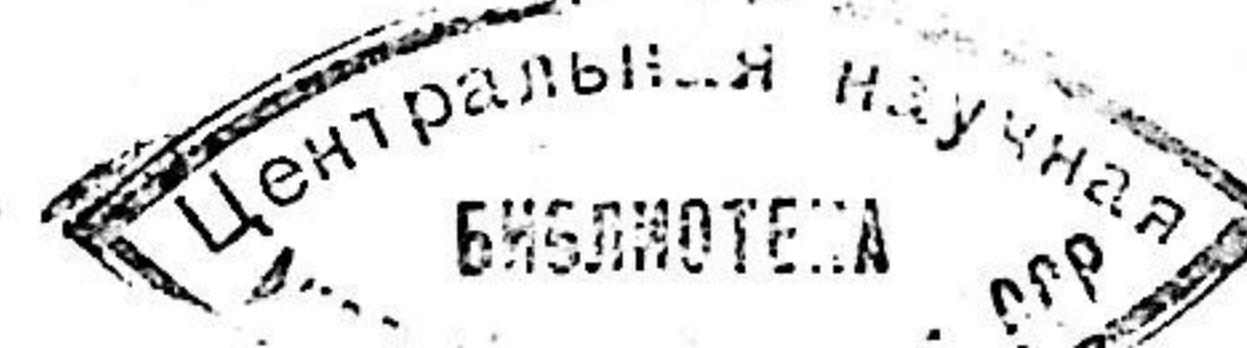
Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено к 1975 г. в ос-
новном завершить техническое перевооружение угольной промышле-
ности на основе комплексной механизации и автоматизации произ-
водственных процессов.

Наиболее перспективным направлением научно-технического прог-
ресса в области разработки мощных сближенных пластов угля явля-
ется внедрение новой технологии, базирующейся на управлении кров-
лей полной закладкой выработанного пространства и на комплексной
механизации и автоматизации всех производственных процессов. В
предстоящем пятилетии в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса
и в Центральном районе Донбасса предусматривается резко увели-
чить добычу угля с закладкой и в связи с этим построить около 15
новых гидрозакладочных комплексов. Поэтому создание высокопроиз-
водительных автоматизированных гидрозакладочных установок явля-
ется весьма актуальным.

До последнего времени вследствие несовершенства технологи-
ческой схемы и отсутствия средств автоматики эксплуатация гидро-
закладочных установок велась на низком технико-экономическом
уровне. Гидротранспортирование закладочного материала осущест-
влялось на случайных режимах, на единицу транспортируемой породы
расходовалось большое количество воды. Неравномерная загрузка
породы в пульповодную линию способствовала резким колебаниям
давления и зачастую приводила к закупорке пульповода.

Попытки отдельных авторов осуществить автоматизацию гидро-
закладочных установок без учета технологических особенностей ве-
дения закладочных работ не увенчались успехом.

Настоящая работа посвящена исследованию и совершенствованию
гидрозакладочной установки с целью ее автоматизации. При решении
поставленной задачи особое внимание уделено исследованию режима
работы и динамическим характеристикам закладочного пульповода,



который является основным элементом гидрозакладочной установки.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и содержит 146 страниц машинописного текста, 58 рисунков и 10 приложений. Список использованной литературы включает 91 наименование.

Глава I. СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОЗАКЛАДОЧНЫХ УСТАНОВОК

В главе приведен обзор технологических схем гидрозакладочных установок в СССР и за рубежом, а также схем их автоматизации. Установлено, что преимущественное развитие получают механизированные гидрозакладочные установки с сухой загрузкой закладочного материала в приемную воронку при помощи питателей.

Современные крупные гидрозакладочные комплексы включают емкие бункера объемом 1000–3000 м³ и водосборники. Для дозированной подачи закладочного материала и воды используются регулируемые питатели и дросселирующие задвижки. Гидрозакладочные установки, транспортирующие песок или мелкодробленый размокаемый песчанник, отличаются высокой производительностью (до 400 м³/ч) и низким удельным расходом воды (до 1 м³/м³ песка).

В СССР из-за отсутствия песка в основных угледобывающих бассейнах – Кузбассе и Донбассе – в качестве закладочного материала используются дробленые коренные породы класса 0–50 мм.

Основным элементом гидрозакладочной установки является L-образный пульповод, транспортирующий закладочный материал в виде гидросмеси за счет естественного напора.

Если при работе с искусственным напором гидротранспортирование ведется со скоростью, равной или незначительно превышающей критическую, то при работе с естественным напором скорость движения гидросмеси зависит от удельного веса гидросмеси и профиля пульповода и значительно превышает критическую. Ее величина определяется из условия, при котором в момент прекращения подачи породы, когда в вертикальном стве находится столб чистой воды, а в горизонтальном трубопроводе – гидросмесь исходной концентрации, скорость гидросмеси не становилась ниже критической. Базирующаяся на учете этого обстоятельства методика расчета транспортирующей способности закладочного пульповода, разработанная В.В.Добровольским, является основой для решения задачи поддержа-

ния оптимальных режимов работы гидрозакладочной установки и ее автоматизации.

Исследованию процесса гидротранспорта сыпучих материалов посвящены работы А.О.Спиваковского, А.Е.Смолдырева, А.П.Юфина, В.В.Трайниса, Н.А.Силина, С.А.Коржаева, Г.А.Нурка, Н.Е.Оффенгедена и др. Вопросы эксплуатации гидрозакладочных установок с естественным напором и регулирования режима их работы рассмотрены в работах В.В.Добровольского, А.Е.Иванова, В.П.Бухгольца, В.А.Кузькина, В.И.Квашнина.

Ранее были предложены и разработаны схемы автоматизации гидрозакладочных установок, у которых регулирование расхода гидросмеси осуществлялось по давлению (аппаратура АГК-I, ИГД имени А.А.Скочинского) или по уровню (аппаратура АЗП, КузНИУИ). Однако из-за несовершенства технологической схемы гидрозакладочных установок и вследствие недоработки механического оборудования и средств автоматики опытное внедрение экспериментальных образцов аппаратуры АГК-I и АЗП не увенчалось успехом. Кроме того, до последнего времени не были исследованы статические и динамические характеристики объекта регулирования – пульповодной линии и поэтому было принято непрерывное регулирование уровня (давления) гидросмеси, что резко усложнило схемы автоматики и значительно снизило их работоспособность.

Основными задачами диссертационной работы явились:

1. Обоснование поля рабочих режимов L-образного пульповода и установление зоны безаварийной и экономичной работы гидрозакладочной установки.

2. Исследование режимов работы и определение динамических характеристик пульповодной линии с целью обоснования способа автоматизации гидрозакладочной установки.

3. Выбор схем и средств автоматики и разработка блок-схемы автоматизации гидрозакладочной установки.

4. Совершенствование элементов технологической схемы как объектов автоматики и разработка рекомендаций по проектированию автоматизированной гидрозакладочной установки.

Для решения поставленных задач был принят комплексный метод исследований, предусматривавший:

– анализ и обобщение опыта автоматизации гидрозакладочных установок с естественным напором;

– аналитическое и экспериментальное исследование режимов работы гидрозакладочной установки;

– экспериментальное исследование статических и динамических характеристик пульповодов с движущейся гидросмесью на промышленных установках;

– разработку предложений по совершенствованию гидрозакладочных установок, а также схем и средств автоматики применительно к действующим установкам.

Глава II. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГИДРОЗАКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ

Для проведения экспериментальных исследований две промышленные гидрозакладочные установки были оборудованы необходимой контрольно-измерительной аппаратурой.

В Кузбассе на шахте "Коксовая-1" эксперименты проводились на гидрозакладочной установке I-го крыла "север" (рис. I). Основные параметры установки: высота пульповода $H = 70$ и 170 м, приведенная длина по горизонтали $l_{гор} = 100-600$ м, диаметр 200 мм.

Измерение расхода породы осуществлялось с помощью прибора объемной производительности ленточного питателя ПД-I конструкции КузНИИУ. Расход воды контролировался индукционным расходомером ИРВ-150 конструкции ВНИИгидроугля, а также трубой Вентури и счетчиком расхода ВВТ-200.

Для непрерывного измерения и записи давления гидросмеси был применен искробезопасный измеритель давления пульпы ИДП-I, разработанный при участии автора в ИГД им. А.А.Скочинского. Показания расхода воды, породы и давления гидросмеси фиксировались на самопишущих приборах Н-340 и Н-370.

В Донбассе эксперименты проводились на гидрозакладочном комплексе шахты № I-2 "Красный Октябрь". Высота пульповода составляла 560 м, дальность транспортирования закладки $800-2300$ м, диаметр пульповода 175 мм. Установка была оборудована ленточными весами ЛТМ, индукционными расходомерами РУП-I и датчиками давления ИДП-I.

В результате длительных наблюдений за работой контролируемых гидрозакладочных установок было установлено, что при обеспечении стабилизированной загрузки закладочного материала в пульповодную линию с точностью до 5% и равномерной подачи воды с точностью $2-3\%$ колебания давления в пульповоде не превышают $3-4\%$. Влияние изменений гранулометрического состава рядовой дробленой породы на потери напора при движении гидросмеси незначительно. Все воз-

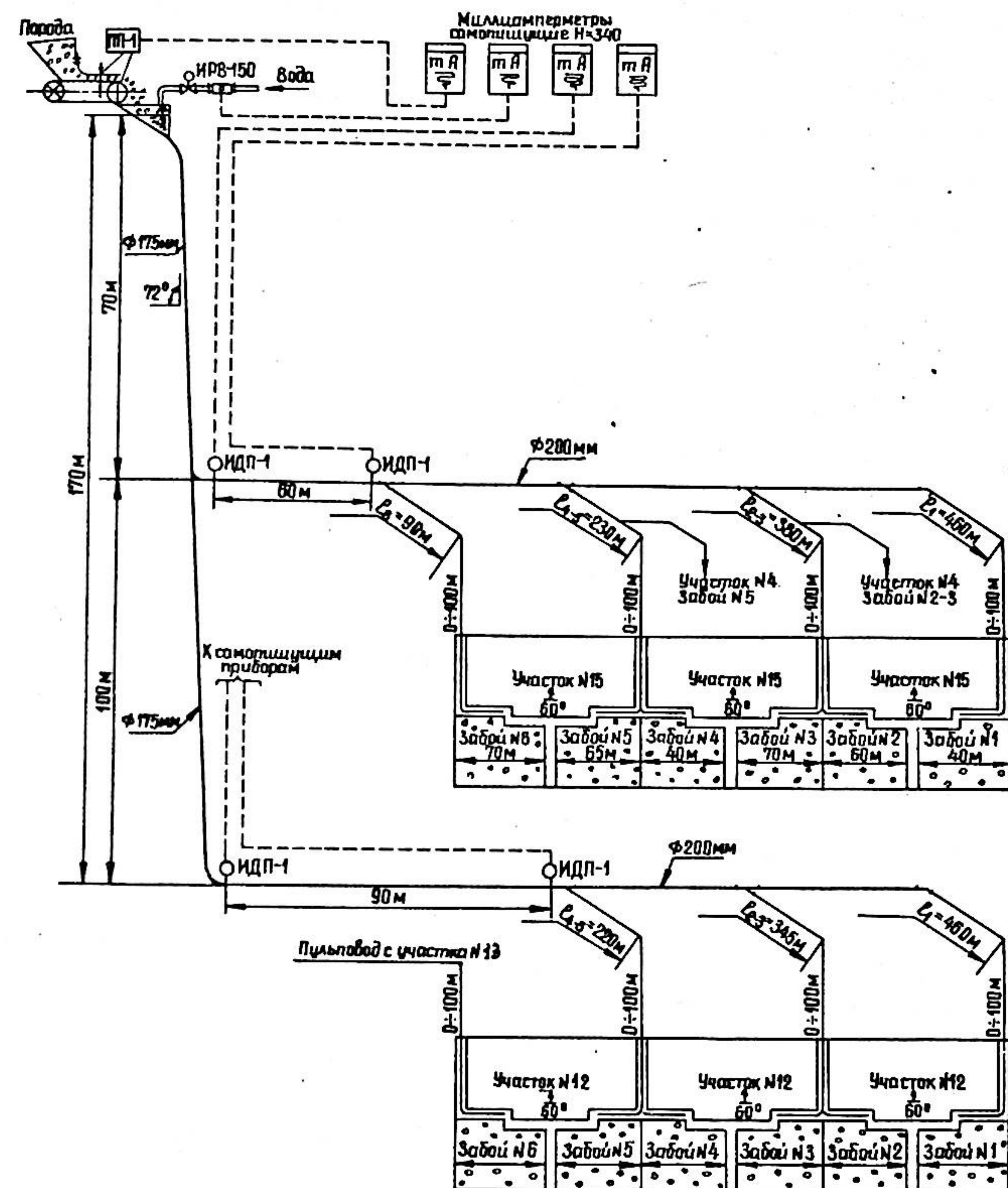


Рис. I. Схема расположения измерительной аппаратуры на гидрозакладочной установке шахты "Коксовая-1"

мушения, связанные с разрывом пульповода, попаданием посторонних предметов и негабаритных кусков породы, нарушением стабилизации расходов породы и воды, сопровождаются резкими изменениями давления в пульповоде. При работе в режиме "полного" питания движение гидросмеси происходит плавно, без резких пульсаций давления.

Безаварийная работа гидрозакладочной установки возможна лишь в том случае, если режим работы пульповодной линии характеризуется точкой, лежащей в пределах поля рабочих режимов (рис. 2). Поле рабочих режимов ограничено четырьмя кривыми.

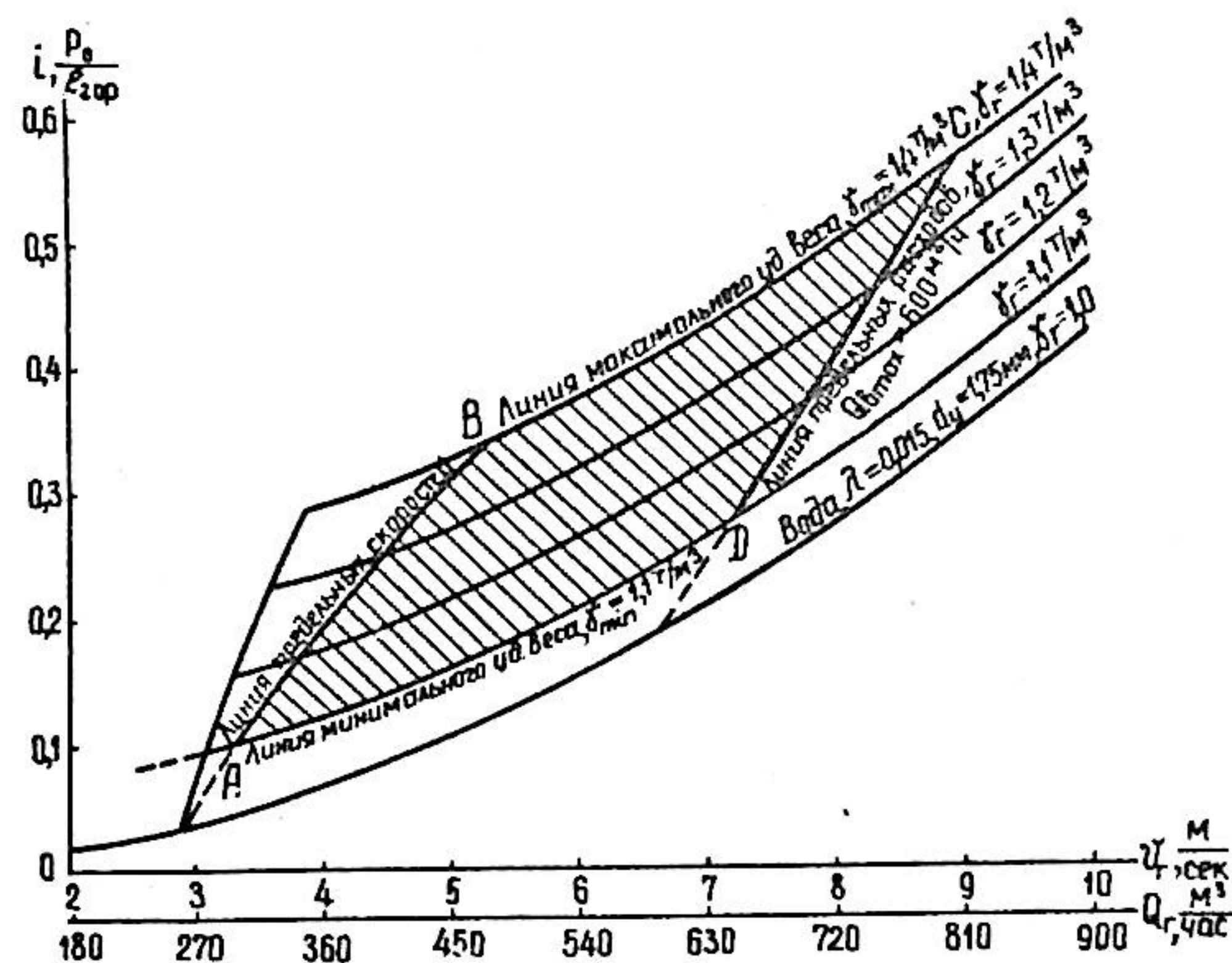


Рис. 2. Поле рабочих режимов закладочного пульповода диаметром 175 мм

Линия предельных скоростей гидросмеси АВ определяется из выражения

$$v_r = \sqrt{v_{кр}^2 + \frac{1}{\alpha} \frac{P_0}{\rho_{гор}} (\gamma_r - 1)}, \quad (I)$$

где $v_{кр}$ — критическая скорость гидросмеси данной концентрации, м/сек;

$\alpha = \frac{\lambda}{2gD}$ — коэффициент расхода гидросмеси, $\frac{1}{м^2/сек^2}$;

P_0 — давление столба воды в вертикальном ставе при движении гидросмеси в горизонтальном трубопроводе с критической скоростью, м вод.ст.;

γ_r — относительный удельный вес гидросмеси.

Линия предельных расходов гидросмеси ВД ограничивается пропускной способностью системы отвода воды. При этом максимальный расход воды зависит от высоты этажа разработки крутых пластов и удаленности забоя от шахтного водосборника:

$$Q_{в. max} = K_{расх} \sqrt{\frac{\Delta H_r}{\ell_{гор}}}, \quad (2)$$

где $K_{расх}$ — расходная характеристика водоотводного трубопровода, зависящая от диаметра и шероховатости стенок труб, м³/ч;

ΔH_r — перепад высот между вентиляционным и откаточным горизонтами, м.

Линия максимального удельного веса гидросмеси ВС определяется предельной величиной ее удельного веса, при которой еще обеспечивается устойчивый гидротранспорт кускового закладочного материала:

$$\gamma_{г. max} = \frac{Q_{г. max} \gamma_{нас} + Q_{в. max} \gamma_{в}}{\frac{Q_{г. max}}{K_p} + Q_{в. max}}, \quad (3)$$

где $Q_{г. max}$ — максимальный расход породы на питателе, м³/ч;

$\gamma_{нас}$ — объемный насыпной вес породы, т/м³;

$\gamma_{в}$ — удельный вес воды, т/м³;

K_p — коэффициент разрыхления закладочного материала.

Максимальный удельный вес гидросмеси для дробленых коренных пород класса 0-50 мм с удельным весом 2,4-2,6 т/м³, достигнутый на действующей гидрозакладочной установке, оказался равным 1,4 т/м³ при максимальном объемном расходе породы 250 м³/ч.

Линия минимального удельного веса гидросмеси АД определяется экономической целесообразностью гидротранспорта с естественным напором при относительно длинных пульповодах и принимается равной 1,12 т/м³, что соответствует отношению Т:Ж = 1:10.

Исходя из условий обеспечения максимальной консистенции транспортируемой гидросмеси линия оптимальных режимов гидротранспорта для относительно длинных пульповодов (при $\frac{L}{H} > 4$) совпадает с кривой АВ, а для относительно коротких пульповодов (при $\frac{L}{H} < 4$) — с кривой ВС.

Период пуска и остановки закладки характеризуется двумя фазами неустановившегося движения гидросмеси в пульповоде.

Первая фаза движения охватывает период времени от начала прекращения подачи в приемную воронку и до того момента, когда в вертикальном ставе будет только вода, а в горизонтальном трубопроводе — только гидросмесь. К концу первой фазы скорость движения гидросмеси становится минимальной и определяется по формуле

$$v_r^{\text{I} \varphi} = \sqrt{\frac{H \gamma_s - \ell_{\text{гор}} K_{\text{тр}} (\gamma_r - 1)}{\alpha (H + \ell_{\text{гор}})}},$$

где $K_{\text{тр}}$ — коэффициент транспортабельности гидросмеси.

Для обеспечения безаварийной работы гидрозакладочной установки необходимо, чтобы скорость движения гидросмеси к концу первой фазы неустановившегося движения была равной или несколько выше критической скорости гидросмеси исходной концентрации в горизонтальном трубопроводе.

Вторая фаза определяется временем движения гидросмеси в горизонтальном трубопроводе до полного выхода из него закладочного материала. Скорость движения гидросмеси возрастает по мере уменьшения средневзвешенного удельного веса гидросмеси на всей длине горизонтального трубопровода и к концу второй фазы становится равной скорости движения воды, определяемой высотой столба ее в вертикальном ставе h :

$$v_r^{\text{II} \varphi} = \sqrt{\frac{h \gamma_s}{\alpha (h + \ell_{\text{гор}})}}.$$

Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЛЬПОВОДА

С целью изучения характера переходных процессов при работе гидрозакладочной установки были проведены экспериментальные исследования по снятию статических и динамических характеристик пульповодной линии. Статические характеристики определялись при следующих условиях:

- при постоянном расходе воды изменялся объемный расход породы;
- при постоянном расходе породы изменялся расход воды;
- при постоянном соотношении расходов породы и воды изменялся их суммарный расход.

Для различных статических характеристик пульповода были определены статические коэффициенты усиления $K = \frac{\Delta \rho}{\Delta Q_{\text{вх}}}$ (где ρ — давление в пульповоде, $Q_{\text{вх}}$ — расход гидросмеси) и степень самовыравнивания $\rho = \frac{1}{K} = \frac{\Delta Q_{\text{вх}}}{\Delta \rho}$.

Установлено, что наибольший коэффициент усиления и наименьшая степень самовыравнивания наблюдаются при изменении объемного расхода породы. Таким образом, наиболее интенсивным является регулирование по расходу породы при постоянном расходе воды.

При снятии динамических характеристик искусственные возмущения создавались путем изменения проходного сечения задвижки (возмущения по расходу воды) или мгновенной остановкой (пуском) ленточного питателя (возмущения по расходу породы). Особый интерес представляло исследование динамики пульповода при поступлении и прекращении подачи породы. Снятая экспериментальным путем кривая разгона L -образного пульповода характеризуется двумя фазами движения, что подтверждает результаты аналитических исследований нестационарного режима движения гидросмеси.

Каждая из фаз движения имеет свою скорость разгона и степень самовыравнивания. Из кривой разгона явствует, что в динамическом отношении пульповодная линия представляет собой линейный объект с сосредоточенным параметром по выходу (давление или уровень гидросмеси) и характеризуется длительным переходным процессом и транспортным запаздыванием. Время переходного процесса зависит от длины пульповода и достигает для промышленных установок 2–6 мин. Время чистого транспортного запаздывания определяется временем движения породы от питателя до уровня гидросмеси в вертикальном пульповоде и составляет 5–20 сек.

Для расчета динамической настройки системы автоматического регулирования гидрозакладочной установки необходимо знать передаточную функцию объекта управления. Определение коэффициентов передаточной функции пульповода выполнялось по экспериментальным кривым разгона методом "площадей", предложенным М.П.Симон.

Передаточная функция пульповода при регулировании расхода гидросмеси с постоянной консистенцией имеет вид

$$W(\rho) = \frac{K}{(1 + T_1 \rho)} e^{-\rho \tau_0},$$

а при регулировании расхода породы с постоянным расходом воды

$$W(\rho) = \frac{K(1 + T_2 \rho)}{(1 + T_3 \rho)(1 + T_4 \rho)} e^{-\rho \tau_0},$$

где T_1, T_2, T_3, T_4 — коэффициенты передаточной функции, определяемые экспериментальным путем;

T_0 — время чистого транспортного запаздывания, равное времени движения породы от барабана питателя до динамического уровня воды в вертикальном пульповоде.

На основании исследований режимов работы гидрозакладочной установки и динамики пульповода установлено, что:

— составной частью схемы автоматизации гидрозакладочной установки являются стабилизирующие системы расхода воды и породы;

— при регулировании расхода гидросмеси по уровню или давлению необходимо применять позиционное регулирование с зоной нечувствительности.

Глава IV. РАЗРАБОТКА И ВЫБОР СХЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОЗАКЛАДОЧНЫХ УСТАНОВОК

Нормальная эксплуатация гидрозакладочной установки, как и любой другой гидротранспортной системы, невозможна без постоянного контроля за ее основными параметрами — давлением, скоростью и консистенцией гидросмеси. Перед автором стояла задача на основе опыта эксплуатации имеющихся контрольно-измерительных приборов системы гидротранспорта выбрать и провести испытания в шахтных условиях наиболее совершенных образцов, а в некоторых случаях разработать новые.

Параметром, характеризующим энергетическое состояние пульповода, является давление гидросмеси, возникающее в месте перехода вертикального става в горизонтальный. Величина этого давления, с одной стороны, определяет потенциальную энергию вертикального столба гидросмеси, а с другой — кинетическую энергию, затрачиваемую на преодоление гидравлического сопротивления при движении гидросмеси по горизонтальному трубопроводу. Поэтому, осуществив непрерывное измерение давления гидросмеси в этой точке, можно вести постоянный контроль за состоянием пульповодной линии и режимом ее работы.

Автором совместно с В.П.Бухгольцем и А.В.Паниным был разработан искробезопасный измеритель давления пульпы ИДП-1.

Прибор состоит из отборника давления, искробезопасного датчика давления и вторичного указывающего прибора с блоком искро-

безопасного питания. Особенностью конструкции отборника давления является то, что он работает по принципу воздушного колокола. При этом прибор выполняет не только функцию разделительного устройства, но является также гасителем гидравлических ударов. Искробезопасный датчик давления преобразует механическое перемещение конца манометрической трубки в пропорциональный электрический сигнал постоянного тока 0–5 ма. В качестве указывающего прибора применен миллиамперметр М-271 с передвижными сигнальными контактами.

Измерение объемных расходов воды и пульпы осуществляется с помощью индукционных расходомеров. Опытная эксплуатация в шахтных условиях индукционных расходомеров ИРВ-150 и РУП-1 показала их пригодность для использования в аппаратуре автоматизации гидрозакладочных установок.

Для измерения объемного расхода породы предложен опосредованный расходомер. Его сущность заключается в том, что два однотипных индукционных расходомера устанавливаются на водоводе, подающем воду в смесительную воронку, и на пульповоде ниже воронки. При этом разность объемных расходов гидросмеси и воды определяет объемный расход твердого в потоке. Предложенный способ является универсальным и не зависит от типа применяемых питателей.

При разработке систем автоматической стабилизации расхода воды и породы использованы современные решения, заимствованные из других отраслей производства. В частности, для регулирования расхода воды использован шланговый клапан КРШ-200 с резиновым патрубком, специально предназначенный для работы на сильно загрязненных жидкостях. В качестве питателя породы применен качающийся питатель с контрольной решеткой, который в одном механизме позволяет совместить две функции — дозирование и контрольное грохочение закладочного материала.

На основании проведенных исследований по динамике и режимам работы пульповода в лаборатории автоматики и телемеханики ИГД им.А.А.Скочинского при участии автора разработана блок-схема автоматизации гидрозакладочной установки (рис. 3), состоящая из блоков позиционного регулирования расхода породы и воды, программного запуска и аварийной защиты.

Блок позиционного регулирования включает два контура стабилизации расхода породы и воды и контур коррекции расходов, работающий в зависимости от двух крайних положений уровня или давления гидросмеси в пульповоде.

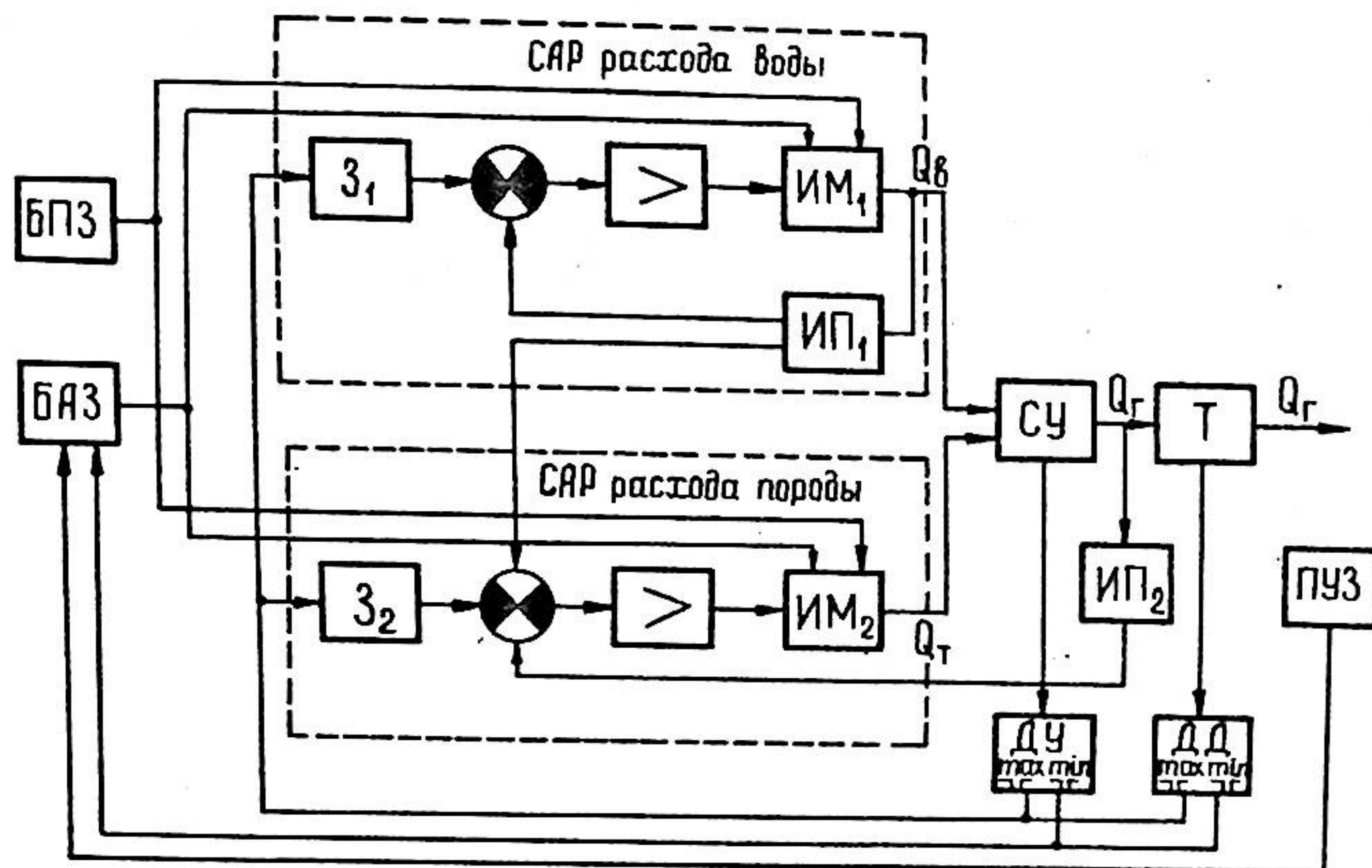


Рис. 3. Блок-схема автоматизации гидрозакладочной установки:

БПЗ - блок программного запуска; БАЗ - блок аварийной защиты; ПУЗ - пульт управления из забоя; Z_1, Z_2 - реверсивные задатчики расхода воды и породы; ИМ₁, ИМ₂ - исполнительные механизмы расхода воды и породы; ИП₁, ИП₂ - измерительные приборы расхода воды и гидросмеси; СУ - смешительное устройство; Т - трубопровод; ДУ - датчик уровня; ДД - датчик давления

Особенностью предлагаемой блок-схемы является наличие двух реверсивных задатчиков расхода воды и породы. В качестве задатчика применен управляемый микродвигатель, на ось которого насажен профилирующий диск, воздействующий на рычаг рамки электрического преобразователя. Изменяя программу задания с помощью подбора различных профилирующих дисков, можно получить три вида регулирования:

- при постоянном расходе воды изменяется расход породы в ту или иную сторону;
- при постоянном расходе породы изменяется расход воды;
- при постоянной консистенции одновременно изменяются расходы породы и воды.

Система позиционного регулирования функционирует следующим образом. При повышении уровня пульпы до верхнего электрода срабатывает реле уровня и замыкает контакты реверсивных двигателей

задатчиков. Микродвигатели задатчиков начинают вращаться и, изменяя задающие сигналы, вызывают уменьшение расхода воды и породы. Изменение величины задания расходов происходит до тех пор, пока уровень гидросмеси снова не вернется в зону саморегулирования.

Если установка действует в режиме неполного питания, то предельные значения системы устанавливаются с помощью ограничивающих контактов датчика давления.

Блок программного запуска предназначен для автоматического пуска установки в минимально короткое время и ввода системы в оптимальный режим работы. Применение программного запуска установки позволяет значительно сократить длительность пусковых операций и благодаря этому уменьшить количество воды, поступающей в шахту во время промывки пульповода.

Блок аварийной защиты предусматривает автоматическое прекращение подачи закладки при аварии с пульповодом или с системой подачи воды, а также при дистанционной остановке из забоя. Блок аварийной защиты действует по разомкнутой схеме жесткого регулирования непосредственно на исполнительные механизмы системы расхода воды и закладочного материала.

Глава У. РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА ГИДРОЗАКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ

Автоматизация гидрозакладочной установки может быть неэффективной, если технологическая схема или отдельные элементы установки не обеспечивают устойчивой безаварийной работы системы гидротранспорта в целом. Поэтому при проектировании гидрозакладочных установок необходимо рассматривать их технологические элементы не только как функциональные звенья, но и как объекты автоматизации.

В главе У выполнен анализ и приводятся рекомендации по совершенствованию технологической схемы гидрозакладочной установки с целью обеспечения возможности ее автоматизации.

Предложен бункер массового истечения с двойным днищем, отличающийся тем, что при работе бункера весь объем находящегося в нем материала приходит в движение, и выпуск материала осуществляется последовательно во времени, т.е. сначала выпускается старый материал, а затем вновь поступивший.

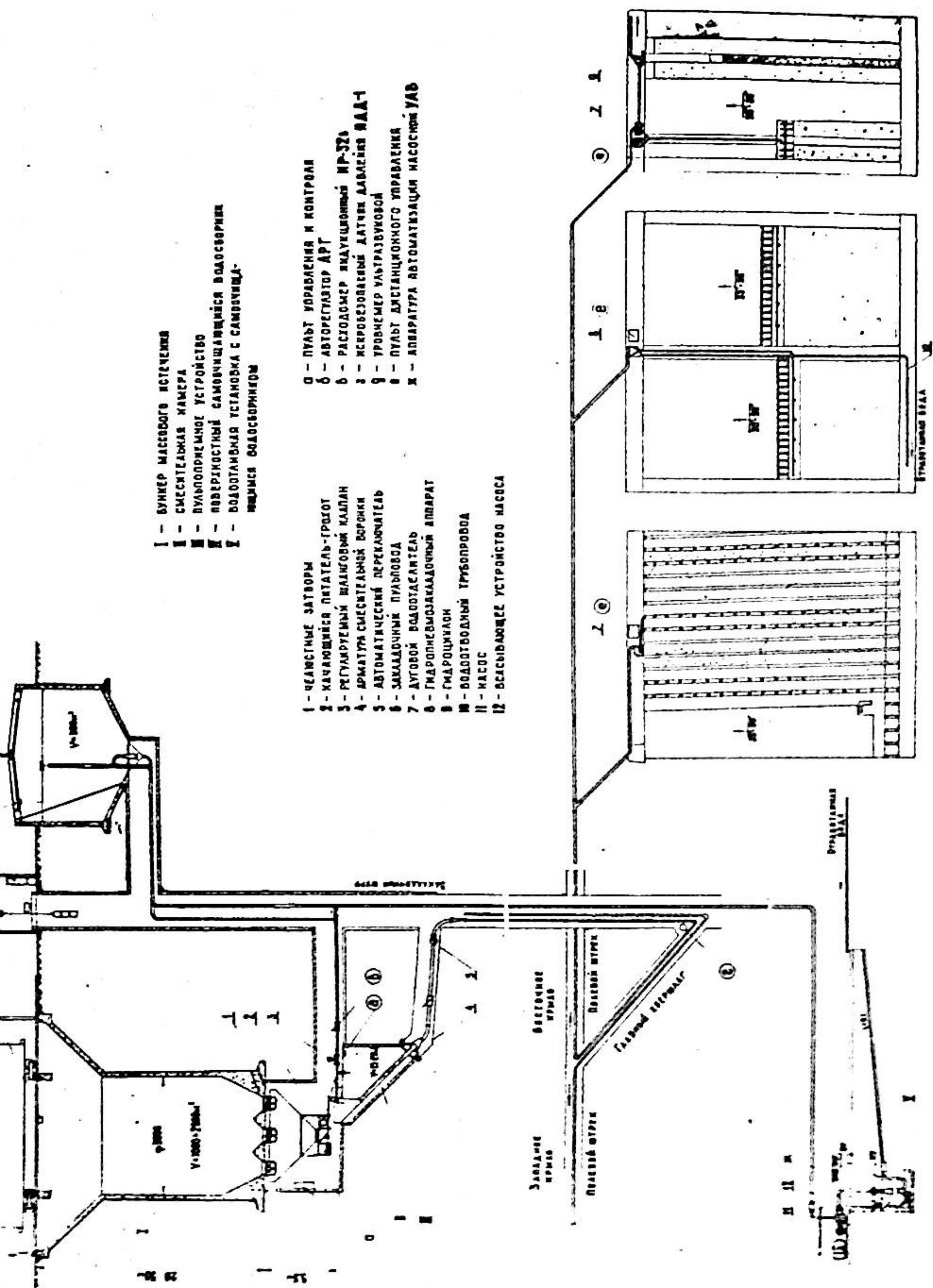


Рис. 4. Схема усовершенствованной автоматизированной гидрозакладочной установки

Для откачки отработанной воды без отстоя ее в шахте предусматривается применение самоочищающегося водосборника. Разгрузка водосборника от оседающего ила осуществляется за счет равномерного размыва и выноса его в восходящем потоке воды с помощью специального всасывающего конуса.

Подробно рассмотрена конструкция приемно-смесительного устройства, от которого в значительной степени зависит надежность и устойчивость работы гидрозакладочной установки. Для неглубоких шахт рекомендуется применять смесительное устройство в виде наклонного колодца, а для глубоких шахт с высотой пульповода свыше 400 м - емкие смесительные воронки с подпорным участком трубопровода, включенным между вертикальным ставом и устьем воронки. Объем смесительных воронок должен быть не менее объемного расхода породы за время промывки наиболее длинного участка пульповода.

В соответствии с проведенными исследованиями в лаборатории закладки с участием автора разработана схема усовершенствованной автоматизированной гидрозакладочной установки (рис. 4), отдельные элементы которой в настоящее время проходят экспериментальную проверку в шахтных условиях.

Расчетная экономическая эффективность от внедрения рекомендуемой усовершенствованной гидрозакладочной установки составляет 0,36 руб. на I т добытого с закладкой угля.

ВЫВОДЫ

В работе рассмотрена гидрозакладочная установка с естественным напором с точки зрения возможности ее автоматизации. В соответствии с выполненными исследованиями можно сделать следующие основные выводы:

1. Существующие гидрозакладочные установки имеют низкий технико-экономический уровень. Как показал опыт, автоматизация действующих гидрозакладочных установок без коренной их реконструкции не приводит к положительным результатам.

2. Для обеспечения экономичной и безаварийной работы гидрозакладочная установка должна эксплуатироваться в пределах поля рабочих режимов. Определено, что поле рабочих режимов ограничено:

- линией предельных скоростей, при которых даже при аварийном прекращении подачи породы в пульповод скорость гидросмеси не падает ниже критической;

- линией предельных расходов, определяемой максимальной пропускной способностью системы отвода воды;

- линиями максимального и минимального удельного веса транспортируемой гидросмеси.

3. Установлено, что с точки зрения автоматизации пульповодная линия представляет собой линейное звено с сосредоточенным параметром по выходу (давление гидросмеси в нижней точке вертикального става), обладает свойством саморегулирования и характеризуется длительным переходным процессом. Передаточная функция пульповода при регулировании расхода гидросмеси с постоянной консистенцией имеет вид (1), а при регулировании расхода породы при постоянном расходе воды представлена в виде (2).

4. При разработке схемы автоматизации гидрозакладочной установки следует применять позиционное регулирование расходов компонентов гидросмеси в зависимости от гидравлического сопротивления пульповода. Регулирование гидрозакладочных установок с относительно длинными пульповодами рекомендуется осуществлять путем изменения объемного расхода породы при постоянном расходе воды, а регулирование установок с относительно короткими пульповодами - путем одновременного изменения расхода породы и воды при постоянном их соотношении.

5. Предложена схема усовершенствованной гидрозакладочной установки, позволяющая осуществить ее автоматизацию по разработанной блок-схеме. При этом рекомендуется применение следующих рациональных элементов схемы: бункера массового истечения, приемно-смесительного устройства, замкнутой системы водоснабжения, самоочищающегося водосборника, регулируемого питателя-грохота, регулируемого шлангового клапана, контрольно-измерительных приборов - измерителя давления пульпы ИДП-1 и индукционных расходомеров ИР-32в.

Результаты работы использованы:

- при разработке рабочего проекта автоматизированного гидрозакладочного комплекса 2-го крыла "юг" шахты "Коксовая-1" комбината "Прокопьевскуголь";

- при модернизации строящегося гидрозакладочного комплекса шахты № 3-3-бис комбината "Прокопьевскуголь";

- при внедрении контрольно-измерительных приборов на гидрозакладочной установке шахты № 1-2 "Красный Октябрь" комбината "Орджоникидзеуголь" и гидрозакладочной установке 1-го крыла "север" шахты "Коксовая-1" комбината "Прокопьевскуголь".

Основные положения диссертационной работы докладывались на совещаниях и семинарах в ИГД им.А.А.Скочинского, КузНИИУ, комбинатах "Прокопьевскуголь" и "Орджоникидзеуголь", а также на шахтах "Коксовая-1", "Коксовая-2", № 3-3-бис, № 1-2 "Красный Октябрь".

Содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. Регулирование режима работы гидрозакладочной установки по давлению. Доклад на конференции молодых ученых, посвященной 50-летию ВЛКСМ. М., ИГД им.А.А.Скочинского, 1968.

2. Совершенствование гидрозакладочных установок Кузбасса. М., ИГД им.А.А.Скочинского, 1970 (соавторы В.В.Добровольский, В.П.Бухгольц).

3. Способы повышения производительности гидрозакладочных установок при ограниченной высоте пульповода. Доклад на I Московской конференции молодых ученых и специалистов угольной промышленности. М., ИГД им.А.А.Скочинского, 1970.

4. Автоматизация гидрозакладочных комплексов. - В сб. "Научные сообщения", вып. 75. М., ИГД им.А.А.Скочинского, 1970 (соавторы В.П.Бухгольц, В.А.Динерштейн).

5. Прибор для измерения давления пульпы. - В сб. "Горные машины и автоматика", вып. I. М., ЦНИИТЭИуголь, 1971.

6. Гидропневмозакладочный аппарат. Авт. свид. № 259023 от 3/X-1969 г. - "Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1970, № 2 (соавторы А.С.Кузьмич, В.В.Добровольский, В.П.Бухгольц, А.Е.Иванов).

Григорий Моисеевич Золотарев

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОЗАКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ
КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Редактор В.И.Лямин

Л-43772

Тираж 125

Заказ № 5746

Ротапринтный цех Института горного дела им.А.А.Скочинского
1,25 уч.-изд.л. Подписано к печати 14/IV 1971 г.