



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ГОРНАЯ КНИГА»

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**
ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

Председатель

И. М. ЯЛТАНЕЦ —
профессор Московского государственного
горного университета, академик Международной
академии информатизации, д-р техн. наук

Зам. председателя

С. М. ШТИН —
заместитель генерального директора
ООО «НПО «Гольфстрим»,
академик Академии транспорта, канд. техн. наук

Члены редколлегии:

Л. Х. ГИТИС —
директор Издательства Московского государственного
горного университета

В. П. ДОКУКИН —
профессор Санкт-Петербургского государственного
горного института (Технического университета),
д-р техн. наук

Н. И. ЛЕВАНОВ —
генеральный директор ЗАО «Уренгойгидромеханизация»,
академик Академии транспорта

М. И. ЩАДОВ —
профессор Московского государственного горного
университета,
президент Международного горного конгресса,
академик Академии горных наук,
д-р техн. наук

И.М. ЯЛТАНЕЦ

Н.И. ЛЕВАНОВ

В.М. ДЯТЛОВ

**КОНТРОЛЬ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОПТИМАЛЬНЫХ
РЕЖИМОВ
ЭКСПЛУАТАЦИИ
СРЕДСТВ
ГИДРО-
МЕХАНИЗАЦИИ**

*Под редакцией
профессора И.М. Ялтанца*



МОСКВА

♦ ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»

♦ 2008



**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ
И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

УДК 622.271
ББК 33.22
Я 52

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых. СанПиН 1.2.1253—03», утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей № 77.99.60.953.Д.008501.07.07

Ялтанец И.М., Леванов Н.И., Дятлов В.М.

Я 52 Контроль обеспечения оптимальных режимов эксплуатации средств гидромеханизации / Под ред. И.М. Ялтанца. — Издательство «Горная книга», 2008. — 141 с.: ил.
ISBN 978-5-98672-085-2

Приведены сведения о ранее и в настоящее время изготавливаемых и используемых контрольно-измерительных приборах (КИП), местах их установки, контролируемых и регулируемых параметрах гидромеханизации. Описаны современные приборы, используемые на плавучих земснарядах. Рассмотрены вопросы изготовления КИП и порядок их испытания на земснарядах действующих организаций. Изложены основные задачи управления плавучим землесосным снарядом. Обоснована необходимость создания лабораторного стенда испытания КИП и формирования группы прибористов при одной из действующих организаций.

Для инженерно-технических работников горных и строительных работ, а также аспирантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 622.271
ББК 33.22

ISBN 978-5-98672-085-2

© И.М. Ялтанец, Н.И. Леванов,
В.М. Дятлов, 2008
© Издательство «Горная книга»,
2008
© Дизайн книги. Издательство
МГТУ, 2008

«Горная наука должна определить наиболее перспективные направления развития производства, новое и к чему стремиться в будущем»

Академик АН СССР, РАН В.В. Ржевский

ПРЕДИСЛОВИЕ

Гидромеханизация — это тот способ ведения горных и строительных работ, который предопределяет высокий уровень механизации производственных процессов, высокую интенсивность ведения работ при сравнительно низкой стоимости 1 м^3 грунта, возможность разработки обводненных и подводных месторождений, высокое качество возводимых земляных сооружений, возможность попутного обогащения (фракционирования) горной массы.

На обводненных песчаных и песчано-гравийных месторождениях использование плавучих землесосных снарядов — единственный способ ведения вскрышных и добычных работ.

Отечественная и зарубежная практика эксплуатации плавучих землесосных снарядов показывает, что ограничивающим фактором повышения консистенции гидросмеси, а, следовательно, и производительности земснаряда является во многих случаях не транспортирующая способность системы (грунтовый насос — напорный трубопровод), а всасывающая способность грунтового насоса. Известно, что по условиям напорного гидротранспорта плотность перекачиваемой гидросмеси может достигать $1200\text{—}1400 \text{ кг/м}^3$, в то время как по условиям бескавитационной работы она может лишь составлять $1100\text{—}1200 \text{ кг/м}^3$.

Из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что в гидромеханизации имеется ряд недостатков, связанных с производительностью средств гидромеханизации и энергозатратами на 1 м^3 разрабатываемой горной массы.

Для устранения этих недостатков устанавливаются контрольно-измерительные приборы (КИП), дающие в какой-то степени, обеспечение оптимальных режимов работы всех звеньев технологического комплекса.

Основной задачей управления любой машиной является наилучшее ее использование при выполнении производственного процесса, т.е. достижение наибольшей производительности при наименьшей затрате материальных ресурсов.

Управляя земснарядом, необходимо обеспечивать [10]:

1. Поддержание непрерывного контакта грунтозаборного устройства с разрабатываемым забоем, что является непременным условием непрерывной разработки грунта.
2. Регулирование загрузки всасывающей трубы грунтового насоса для поддержания оптимальной вакуумметрической высоты всасывания, допустимой для данного типа грунтового насоса. Иначе возможен срыв вакуума и прекращение работы земснаряда, что связано с непроизводительной потерей времени и электроэнергии.
3. Регулирование загрузки напорной линии грунтового насоса для поддержания необходимого расхода, обеспечивающего оптимальную скорость пульпы для данного диаметра пульпопровода, во избежание его заиливания, особенно при наличии крупного песка и гравийных фракций, оседающих на дно трубы при снижении скорости, так как неизбежная вслед за этим промывка трубопровода является непроизводительной затратой времени и электроэнергии.

Значение каждой из этих задач зависит от условий работы. Так, жесткий контроль загрузки всасывающей линии особенно необходим при разработке рыхлых грунтов с больших глубин, когда даже небольшой прирост консистенции пульпы делает работу грунтового насоса невозможной.

Загрузка напорной линии имеет большое значение при работе на длинные трубопроводы и в процессе намыва узкопрофильных сооружений, т.е. когда длина намывного трубо-

провода интенсивно растет. Кроме того, очень важно следить за загрузкой напорной линии при перекачивании грунтов, состоящих из тяжелых фракций, так как в этом случае небольшое снижение расхода грунтового насоса может привести к закупорке пульпопровода.

Особенно трудно управлять земснарядом, разрабатывающим гравийно-песчаную смесь с больших глубин. В этом случае необходимо учитывать всасывающую способность грунтового насоса и зависимость между консистенцией пульпы и транспортирующей способностью насоса.

Перечисленные три задачи управления снарядом решаются в зависимости от вида разрабатываемого грунта, а также режима работ грунтового насоса. В зависимости от вида производимых работ возникают дополнительные задачи, которые должны решаться системой управления:

- соблюдение проектных очертаний прорези в случае проведения дноуглубительных работ или создания профильных выемок;

- получение требуемой интенсивности намыва сооружения из карьера неограниченного объема;

- разработка полезных ископаемых из карьеров с ограниченным запасом. В этом случае необходимо сочетать требование максимальной интенсивности разработки грунта с необходимостью полной выборки полезных ископаемых из контура разработки.

Решение всех перечисленных задач управления земснарядами производится рациональным перемещением грунтозаборного устройства в вертикальном и горизонтальном направлениях. Управление осуществляет машинист, который находится у пульта в рубке управления, размещенной в передней части земснаряда.

На пульте сосредоточены органы управления электродвигателями папильонажных устройств, привода механического рыхлителя и вспомогательного насоса, аварийные кнопки отключения главного двигателя и низковольтного распределителя.

тельного устройства, кнопка звукового сигнала, а также сигнальные лампы, которые связаны с конечными выключателями электродвигателей подъема свай тележки и показывают конечные положения контролируемых узлов земснаряда.

В процессе совершенствования системы управления в нее следует ввести надежные приборы, показывающие расход и консистенцию пульпы в данный момент, что будет способствовать росту производительности как за счет повышения консистенции пульпы, так и за счет снижения потерь на промывку заилений в пульпопроводах.

Бесперебойная и высокоэкономичная работа всего технологического комплекса гидромеханизации в значительной степени зависит от правильного выбора места установки контрольно-измерительных и регулирующих приборов и надежности их работы.

Для правильной оценки работы гидрокомплекса и определения пределов его измерения, замеры основных параметров должны производиться как на всасывающей, так и на напорной стороне трубопроводов плавучих землесосных снарядов, землесосных и насосных станций.

В данной работе, для общего понятия, приводятся данные по контрольно-измерительным приборам, изготавливаемым предприятиями еще при СССР, что говорит о важности обеспечения оптимальных режимов работы гидромеханизированного комплекса. В работе отражены полезные и содержательные советы, которые базируются на обобщении отечественных и зарубежных, практических и научных достижений в области гидромеханизации, развитию которых в определенной степени способствовали на протяжении своей трудовой деятельности авторы данного издания.

1. НАЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Контрольно-измерительные приборы (КИП) в гидромеханизации открытых горных работ устанавливаются для обеспечения оптимальных режимов всех звеньев технологического комплекса.

Для успешной работы технологических схем гидромеханизации в автоматизированном режиме необходимо контролировать и регулировать следующие параметры [1,8]:

- расстояние гидромонитора (землесоса) от забоя, м;
- давление, м и расход воды у гидромонитора, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- расход пульпы в трубопроводе, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- расход воды в водоеме, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- скорость движения пульпы, м/сек;
- напор в пульповоде и водоводе, $\text{кг}/\text{см}^2$;
- консистенцию пульпы (Т:Ж или плотность) при движении ее по трубопроводу;
- вакуумметрическую высоту всасывания насосов, м. вод. ст.;
- величину износа трубопроводов;
- контроль прорыва и утечек из трубопровода;
- контроль за промывкой пульповодов;
- выпуск воды и пульпы при прекращении работы гидротранспортных коммуникаций;
- величину заиливания в пульповодах;
- износ запорно-регулирующей арматуры.

Бесперебойная и высокоэкономичная работа технологических схем гидромеханизации в значительной степени зависит от правильного выбора места установки контрольно-измерительных и регулирующих приборов и надежности их работы.

Так как режим работы при гидравлическом способе разработки определяется в основном режимом работы землесосов, гидромониторов и насосных агрегатов, то наиболее ответственным местом размещения точек контроля и регулиро-

вания являются землесосные установки (головные и перекачные), гидромониторы и насосные станции.

Для правильной оценки работы гидротранспорта и определения пределов его регулирования, замеры основных параметров должны производиться как на всасывающей, так и на напорной стороне трубопроводов у землесосных и насосных станций.

В технологических схемах гидромеханизации, где имеются пульпосмесительные устройства, необходимо поддерживать процесс пульпообразования в заданных параметрах. Поэтому в этом узле также измеряется и регулируется ряд технологических параметров. Кроме того, для нормальной работы гидротранспортных коммуникаций необходимо контролировать режим работы и состояние трубопроводов на протяжении всей трассы, включая пульпо- и водоприемные устройства.

Места замеров контролируемых величин даны в табл. 1.1.

Контроль и регулирование перечисленных параметров осуществляется соответствующими контрольно-регулирующими приборами. В ряде случаев несколько параметров возможно контролировать одним и тем же прибором.

Многие приборы, выпускаемые для воды (маномеры, вакуумметры, расходомеры и др.) не могут быть использованы для измерения соответствующих величин при движении пульпы по трубам. Причиной этого является засорение приборов твердыми фракциями.

Вместе с тем ряд приборов, выпускаемых для воды, можно использовать и для пульпы, применив специальные разделительные устройства, обеспечивающие защиту приборов от попадания в них пульпы.

Краткая характеристика ранее выпускаемых контрольно-измерительных приборов, применяемых для измерения расходов пульпы (табл. 1.2), плотности пульпы (табл. 1.3), давления пульпы в системе гидравлического транспортирования (табл. 1.4), уровня пульпы в зумпфах насосных станций и толщины стенок трубопроводов систем гидравлического транспортирования отвальных хвостов (табл. 1.5), приведены в соответствующих таблицах [1, 8, 10].

Таблица 1.1

Места замеров контролируемых величин

Показатели	Место замера	Ориентировочные пределы измерения измеряемых величин	Примечание
Расстояние монитора от забоя, м	От насадки до уступа	2—30	
Давление воды у гидромонитора, м вод. ст.	Перед гидромонитором	50—250	
Расход пульпы в трубопроводе, м ³ /ч	На всасывающем и напорном патрубке углесосов	600—2000	Для неплавучих землесосных установок
	По трассе пульповода в местах перегибов трубопровода	800—10000	Для земонарядов
	При горизонтальной трассе через 1000—2000 м длины трубопровода		
	На ответвлениях пульповода		
	В конце трассы пульповода у места сброса пульпы		
Расход воды в трубопроводе, м ³ /ч	На всасывающем и напорном патрубке насосов	600—4000	
	По трассе водовода в местах подключения водовода к углесосным станциям и к пульповоду (в случае промывки)		
	В конце трассы водовода у устройств		
	Скорость движения пульпы, м/сек		
	Замсрывается в тех же точках, что и расход пульпы	2—4,3	

Показатели	Место замера	Ориентировочные пределы изменения измеряемых величин	Примечание
Напор воды в трубопроводе, м вод. ст.	Замеряется в тех же точках, что и расход воды	До 250	
Напор в пульповоде, м вод. ст.	Замеряется в тех же точках, что и расход пульпы	50—70	
Консистенция пульпы (Т:Ж), т/м ³	Замеряется в начале и конце траасы пульповода	1:3—1:10 1:1,8	Для транспорта угля класса 0—6 мм
Вакуумметрическая высота всасывания насосов и углесосов, м вод. ст.	На всасывающем патрубке головных и перекачных насосных и углесосных станций	3—5	
Износ трубопроводов (пульповодов), мм	В местах иерегибов На ответвлениях На горизонтальных участках, через 1000—2000 м	3—5	
Контроль прорыва и утечки пульпы из трубопровода (по расходу или напору)	В тех же местах, что и износ трубопроводов		
Контроль за прорывкой пульповода (содержание твердого в воде)	В конце трассы пульповода и сброса	Не более 30 г/л	
Контроль рабочих параметров землесосов и насосов	В землесосных и насосных станциях		
Контроль износа заборно-регулирующей арматуры, мм	Задвижки, обратные клапаны		

Таблица 1.2

Приборы для измерения расходов гидросмеси

Прибор, его краткая характеристика	Тип	Страна	Фирма, завод-изготовитель
Комплект приборов для контроля и учета производительности гидротранспортных установок	Конструкция и изделие ИГМ АН УССР ТУ 88 УССР	Украина	ИГМ АН УССР (г. Киев)
Ультразвуковой доплеровский расходомер с диапазоном измеряемой скорости 0—12 м/с и погрешностью измерения $\pm 5\%$	UFM-РД	США	«Полисоникс»
Ультразвуковой расходомер с верхним пределом измерения $10 \text{ м}^3/\text{св}$ для трубопроводов диаметром 0,4—4 м	УЗРБ	Россия	НПО «Экран» (г. Самара)
Электромагнитный расходомер с верхними пределами измерения по скорости 7 м/с, по давлению 6,6 МПа, по диаметру трубопровода 100—500 мм	РУП 1 М	Россия	Быковский экспериментальный завод средств автоматизации
Электромагнитный расходомер с верхним пределом измерения по производительности $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ для трубопроводов диаметром 400, 600, 800 мм при давлении до 2,5 МПа	Индукция-51, Индукция-М	Россия Эстония	Завод «Ленводо-прибор» (г. Санкт-Петербург), Таллинский завод измерительных приборов
Ферромагнитный расходомер с верхним пределом измерения по давлению 1 МПа	ИР-51 ФМ	Россия	НИИ «Теплоприбор» (Москва)

Прибор, его краткая характеристика	Тип	Страна	Фирма, завод-изготовитель
Расходомер с верхним пределом измерения по производительности 7000 м ³ /ч для трубопроводов с диаметром 800, 1000 мм	ЭРИС	Эстония	Завод «Промприбор» (г. Таллин)
Расходомер для труб диаметром 150 мм при условном давлении 16 МПа и труб диаметром 300 мм при условном давлении 10 МПа	ИРВ	Эстония	—

Таблица 1.3

Приборы для измерения плотности гидросмеси

Прибор, его краткая характеристика	Тип	Фирма, завод-изготовитель
Радиоизотопный плотномер с пределом измерения 0,5—3,5 т/м ³ для трубопроводов диаметром 100—300 мм	ПР-1025 м	ПТП «Средазэнергоцветмет» (г. Ташкент)
Радиоактивный плотномер с пределом измерения 0,5—3 т/м ³ для трубопровода диаметром 400—1000 мм	РТК-1	«Изотоп» (г. Ташкент)
Плотномер с ферродинамическим преобразователем	ИПБФ	Харьковский завод КИП
Измеритель плотности пульпы	ИППЗ-1	Ташкентский завод КИП

Таблица 1.4

Приборы для измерения давления гидросмеси

Прибор, его краткая характеристика	Тип	Фирма, завод-изготовитель
Разделитель мембранный с пределами измерения давления пульпы 1; 1,6 и 4 МПа	РМ-5319 РМ 5322 МЛ-1237	МПО «Манометр» (г. Москва)