

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ СУДОВОЙ СЕПАРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Практика эксплуатации судов дноуглубительного флота показывает, что, несмотря на высокий уровень их комплектации, остается большой перечень нерешенных проблем, которые связаны с технологической схемой выборки и транспортировки грунта. Одной из них является проблема отделения воды от грунта. В условиях эксплуатации судовых земснарядов она важна как с экономической, так и технологической точек зрения и должна решаться с использованием принципиально нового подхода. Одним из вариантов такого подхода является установка на линии транспортирования грунтовой пульпы гидродинамического узла отделения воды от рефулирования грунта. С инженерно-конструкторской точки зрения следует отметить, что место установки разработанного узла сепарации должно соответствовать требованиям легкого доступа ко всем ее элементам.

В работах [1, 3] разработан гидродинамический узел сепарации, для которого предлагается система управления, показанная на рис. 1. Установка работает следующим образом: при запуске установки открывается клапан с дистанционным управлением 1 и запускается вспомогательный насос 2, затем по заданной регулировочной характеристике открывается нагнетательный клапан 3 и исходный поток пульпы по грунтопроводу 4 падает в конусную камеру циклона 8. Клапана с дистанционным управлением 9, 10, 11, 16 остаются закрытыми. После открытия клапана 3 по индивидуально заданной регулировочной характеристике открываются клапана 9, 10, 11, 16. Установленный на линии отбора воды 12 насос 13 начинает отбирать светлую воду. На грунтопроводе 4 за вспомогательным насосом 2, установлена контрольно-измерительная аппаратура при помощи которой автоматически проводится непрерывный мониторинг и регулировка основных рабочих параметров установки. Тензометрические весы 5, манометр 6 и расходомер 7 производят измерение соответственно плотности, давления и объемного расхода подаваемой пульпы. Аналогичные приборы установлены на линиях 12 и 14. В камере 8 происходит основной процесс разделения, после которого грунт попадает в узел механического отжима 17. Уровень пульпы в камере (объем ее заполнения) контролируется при помощи датчика уровня 19.

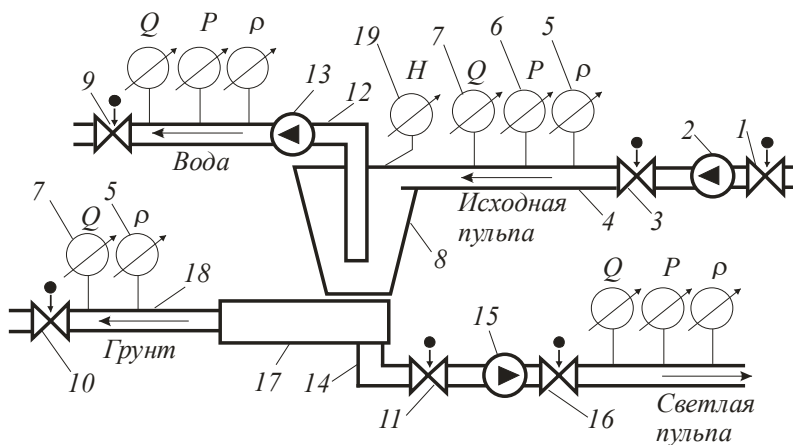


Рис. 1. Схема управления и контроля сепаратором грунта: 1, 3, 9, 10, 11, 16 – клапан с дистанционным управлением; 2, 13, 15 – вспомогательный насос; 4, 18 – грунтопровод; 5 – тензометрические весы; 6 – манометр; 7 – расходомер; 8 – циклон; 12, 14 – линия отбора светлой пульпы; 17 – узел механического отжима; 19 – датчик уровня

При превышении или понижении уровня сигнал от датчика поступает соответственно на клапаны с дистанционным управлением 3, 9, 10, 11. Остаточная часть воды собирается в поддоне камеры отжима (на рис. 1 не показан) и отводится насосом 15 по трубопроводу 14. За насосом установлен дистанционно управляемый клапан 16. Из узла 17 после механического отжима грунт попадает в короткий грунтопровод 18, где для контроля за его плотностью и расходом установлены тензометрические весы 5 и расходомер 7.

Предложенная система управления должна интегрироваться с системами автоматизации судов дноуглубительного флота.

В настоящее время на судах дноуглубительного флота применяются системы автоматизации:

*работы землесоса* – автоматизация перемещения земснаряда на заданном курсе с необходимой точностью на малых (от 2 до 3 узлов) скоростях движения.

*процесса грунтозабора* – перевод на автоматический режим управления всех узлов выемки, транспортировки, обработки и складирования грунта.

Первая система автоматизации реализуется достаточно сложно в силу сильной зависимости работы землесоса от таких внешних факторов как: волнение на водной поверхности, глубины и характера зале-

гания грунта. Конструктивные характеристики судна, т.е. его длина, осадка, мощность судовых главных двигателей и т.д. также накладывают существенные ограничения на первое направление автоматизации.

Вторая система является более приемлемой для своей технической реализации и подразумевает создание программ управления, при которых осуществляется:

- автоматический перевод грунтозаборных устройств в/из рабочее положение;

- опускание грунтоприемных механизмов на заданную глубину грунтозабора;

- обеспечение такого положения грунтоприемных устройств при котором поддерживается непрерывное всасывание пульпы заранее установленной консистенции;

- сброс пульпы за борт и прекращение процесса грунтозабора при снижении технологически требуемой концентрации грунта в пульпе;

- пуск и остановка грунтовых насосов;

- равномерная загрузка пульпой трюмов и прекращение процесса ее подачи при достижении нужного уровня заполнения.

При реализации перечисленных технологических операций основными первичными датчиками в системе автоматического управления будут выступать расходомер, уровнемер, манометр и вакуумметр. Их использование должно обеспечивать автоматическую связь между работой механизма разрыхляющего грунт, скоростью перемещения грунтоприемного зева и работой грунтового насоса. Помимо этих средств измерения непосредственно до узла сепарации грунта необходимо также использовать консисометр.

Эксплуатация средств измерения требует соблюдение ряда условий. Так, в том случае, когда датчик давления устанавливается на некотором расстоянии от напорных участков трубопровода необходимо использовать соединительные трубки. С целью исключения искажений в измеряемых значениях в таких трубках должен предварительно быть удален воздух, а в трубках, соединяющих вакуумметр и всасывающие участки грунтопроводов должна отсутствовать вода. Для удаления из соединительных трубок воздуха или воды на них необходимо дополнительно устанавливать краны.

Следует отметить, что именно по отклонениям показаний датчиков давления от номинальных значений можно судить о нарушениях в работе узла сепарации грунта. В этом случае схема автоматизированного управления или обслуживающий сепарационную установку персонал будут выполнять технологические операции, представленные в табл. 1.

Таблица 1

## Основные операции автоматического управления

№	Показания приборов		Причины отклонения от номинальных параметров	Выполняемые технологические операции
	манометр	вакуумметр		
1	Повышение	Понижение	в напорном трубопроводе возникла пробка	уменьшается расход пульпы
2	Понижение	Понижение	уменьшился расход пульпы	увеличивается расход пульпы
3	Нормальное	Повышение	возникновение пробки в напорном трубопроводе	незначительное уменьшение расхода пульпы
4	Понижение	Повышение	пробковое перекрытие всасывающего трубопровода	остановка установки. Очистка напорного участка трубопровода
5	Повышение	Повышение	забой большой длины напорного участка трубопровода	остановка установки. Очистка напорного участка трубопровода

При измерении расхода пульпы необходимо использовать универсальные средства измерения. Они должны автоматически фиксировать расход движущейся многофазной среды вне зависимости от ее плотности. При таком подходе целесообразно использовать датчики, работающие на принципах прямого измерения. К таким приборам относится расходомер Emerson D-Series, позволяющий измерять массовый расход с абсолютной погрешностью 1 %, плотность при коэффициенте изменения диапазона измерений 100:1. Диапазон измерений массового расхода в трубах с диаметром от 1,5 до 150 мм составляет от 0,1 кг/час до 680 т/час. Главным достоинством такого расходомера по сравнению с диафрагменными измерителями расхода заключается в возможности контроля изменения плотности движущегося потока. В этом расходомере полностью отсутствуют подвижные элементы, и быстро изнашиваемые поверхности, как например острая кромка у диафрагмы или вращающийся ротор в турбинных расходомерах.

Вторым оптимальным вариантом расходомера может выступать

индукционный датчик расхода. Его принцип действия основан на возникновении в проводнике электродвижущей силы в момент его перемещения в магнитном поле. Применительно к эксплуатации на судовых земснарядах в этом случае целесообразно использовать расходомер Emerson 8705. Диапазон его рабочих скоростей (грунтовой пульпы и/или воды) лежит в пределах от 0,3 до 10 м/с, а абсолютная погрешность измерений равна 0,5 %.

Оба типа расходомеров должны подключаться к индукционному преобразователю расхода типа Emerson 8712С, который полностью исключает необходимость ручной калибровки, настройки нуля или расчета расхода.

В качестве измерителей уровня в рабочей камере сепарационной установки оптимальным является использование бесконтактных приборов, одним из которых является радиолокационный уровнемер Emerson АРЕХ. Его место установки должно соответствовать верхней точке циклона рабочей камеры. Принцип действия датчика уровня основан на постоянном излучении частотно-модулированного СВЧ-сигнала в диапазоне от 24,15 до 26,05 ГГц. При измерении уровня за счет точной фокусировки луча обеспечивается минимальное число ложных отражений, а получаемая точность соответствует 3 мм, что полностью согласуется с текущими технологическими параметрами работы разработанного гидродинамического узла сепарации.

В том случае, когда дноуглубительные работы производятся на грунтах, содержащих взрывопожароопасные газы в контрольно-измерительную схему необходимо включать промышленный хроматограф. В этом случае целесообразно использовать хроматограф типа Emerson GCX, который объединяет в себе функции стандартного газового хроматографа с возможностями интеллектуального полевого трансмиттера. К его основным достоинствам относится комплектация детекторами, метанатором, многопоточной встроенной системой пробоподготовки и способность анализировать как газы, включая их теплотворную способность, так и жидкости. Передача данных в этом датчике осуществляется по стандартному интерфейсу RS232, 485, 422.

Все перечисленные выше средства измерения могут быть объединены в единую систему учета и контроля. В этом случае основными компонентами системы являются следующие:

1. Измерительные датчики.
2. Интерфейсный блок для выполнения расчетов, контроля за поступлением пульпы и учета получаемых продуктов разделения (воду и грунт), управления аварийной сигнализацией и вывода информации о технологическом процессе на локальный дисплей.
3. Интерфейсный модуль для осуществления связи с главной сис-

темой управления.

4. Программное обеспечение для организации системы управления.

К главным достоинствам разработанной системы контроля и управления гидродинамическим узлом сепарации пульпы относятся:

полное отсутствие движущихся деталей;

низкие затраты на обслуживание;

высокая точность и надежность;

монтаж и текущая работа предложенной системы сепарации пульпы в условиях работы земснаряда характеризуется простотой и возможностью эксплуатации персоналом, не имеющим специальной подготовки или соответствующей квалификации.

Таким образом, можно констатировать, что решена проблема автоматизации судового земснаряда при проведении дноуглубительных работ. С точки зрения модернизации технологического процесса рефулорирования грунтонесущей пульпы полученное техническое решение является оптимальным и характеризуется простотой дальнейшей реализации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахов А.В., Карьянский С.А., Ткаченко И.В.. Гидродинамическая сепарация многофазного потока на судах дноуглубительного флота // Прогресивні технології і системи машинобудування: міжнародний зб. наукових праць. – 2009. – Вип. 38. – Т. 2.– Донецьк: ДонНТУ, – С. 204 - 210.

2. Карьянский С.А. Технологическая схема сепарационного узла для судов дноуглубительного флота // Вісник Одеськ. нац. морськ. унів.: зб. наук. праць. – 2009. – Вип. № 26. – Одеса: ОНМУ. – С. 67 - 72.

3. Карьянский С.А. Постановка задач экспериментального исследования стратификации двухфазного потока типа "грунт-вода" // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2009. – Вып. № 23. – Одесса: ОНМА. – С. 37 - 42.

4. Егоров А.И. Гидравлика напорных трубчатых систем в водопроводных очистных сооружениях. / Егоров А.И. – М. Стройиздат, 1984. – 95 с.

5. Корнилов Э.В. Элементы схем судовых технических средств. / Э.В. Корнилов – Одесса: Феникс, 2004. – 208 с.