

СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ ГИДРОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ

Моргунов В.М. канд. тех. наук, доц.
Донецкий государственный технический университет

Представлена схема замещения стационарной гидротранспортной установки, работающей на полидисперсных гидросмесях в условиях завала твердым материалом входного патрубка всасывающей линии на высоту более двух калибров.

The equivalent circuit of the fixed hydrotransport installation working on polydisperse slurries in conditions of tilting a firm stuff of an inlet elbow of a upstream line for an altitude more of two calibers is submitted (shown).

В промышленности, в частности на углесосных(землесосных) станциях и эрлифтах горных предприятий и электростанций, где необходимо перемещение кускового твердого материала, нашли применение всасывающие устройства типа УВ-2М, УВ-4М(УВ-5). Эти устройства обеспечивают захват и дозирование твердого материала в подводный трубопровод гидротранспортной установки при засыпке его входа практически на неограниченную высоту (например, на эрлифтных установках наблюдались случаи засыпки его до 16 м).

Схема всасывающего устройства представлена на рис.1. Оно состоит из всасывающего наконечника 1, погружаемого в слой твердого материала на глубину одного диаметра(калибра) трубопровода независимо от высоты слоя в зумпфе; камеры подпитки 2, обеспечивающей экранирование наконечника от слоя твердого, организацию равномерного подтекания твердого материала к всасывающему наконечнику и разделение подпитывающего Q_n и регулировочного Q_p потоков; трубопровода подпитки 3; всасывающего патрубка 4, соединенного с подводным трубопроводом нагнетателя, регулировочного шиберы 5, позволяющего изменять плотность гидросмеси в широких пределах; подпитывающего шиберы(окна) 6, служащего для настройки на номинальную плотность гидросмеси в рабочем диапазоне характеристики нагнетателя, пусковой трубки 7, позволяющей осуществлять плавный размыв слоя твердого материала в рабочем зазоре камеры подпитки Δh_1 ; импульсных трубок 8, измеряющих потери давления в наконечнике 1; металлического днища 9, обеспечивающего плавность

подтекания твердого материала и фиксацию всасывающего устройства с определенным рабочим зазором Δh .

С целью определения взаимодействия отдельных элементов всасывающего устройства при заборе твердого материала, исследования влияния соотношения потоков в рабочих зазорах камеры подпитки и наконечника на режимы дозирования твердого материала гидротранспортную установку, оборудованную устройствами УВ-2М или УВ-4М (УВ-5), можно представить следующей схемой замещения:

- нагнетательный трубопровод представляется как одно общее гидравлическое сопротивление с определенными динамическими свойствами,
- всасывающий трубопровод и узел дозирования со слоем твердого материала условно разбивается (с определенными допущениями, так как, не выдерживается необходимое расстояние между местными сопротивлениями) на последовательно-параллельное соединение характерных постоянных и переменных гидравлических сопротивлений с учетом инерционных сил, действующих в переходных режимах.

Такая приближенная модель натурального устройства, основанная на замене фактических распределенных гидравлических сопротивлений фиктивными сосредоточенными, позволяет расчленить потоки процессов подвода, захвата и дозирования твердого материала на от-

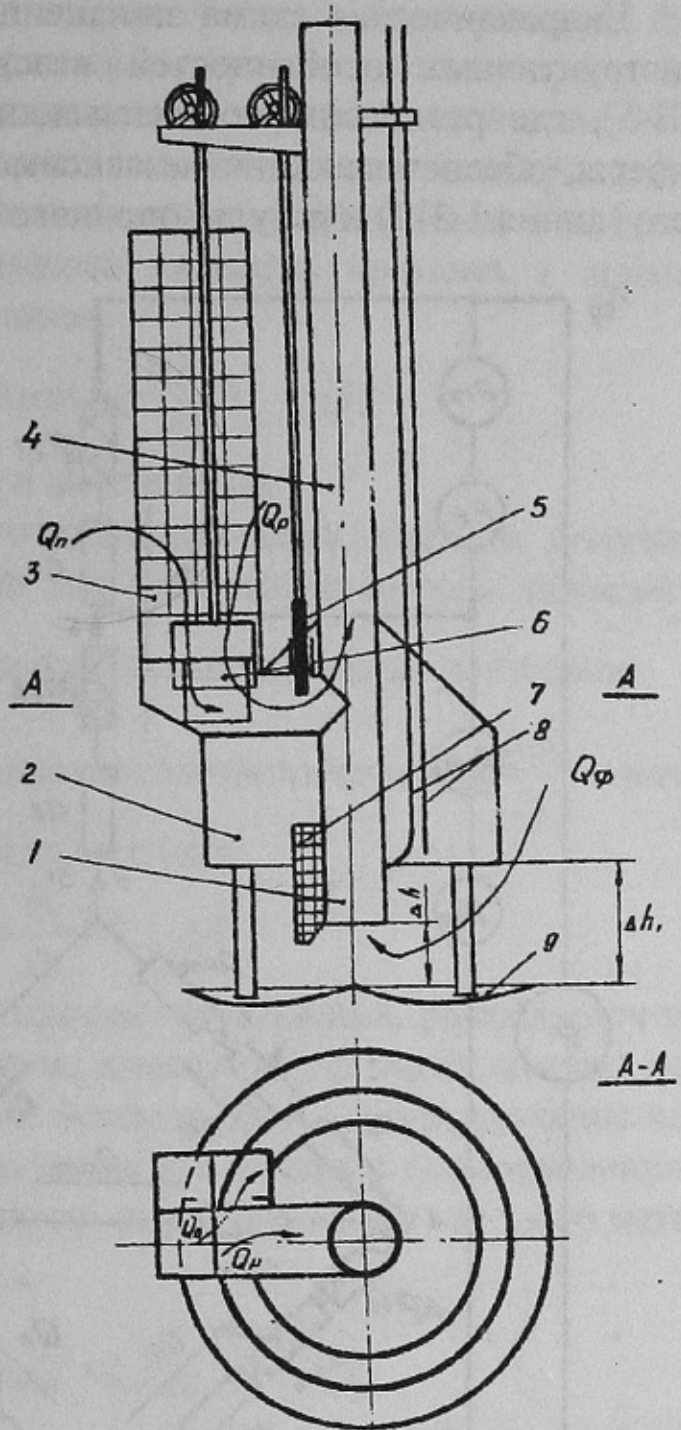


Рисунок 1 -Схема всасывающего устройства УВ

дельные его составляющие, выявить закономерности изменения их и определить селективные признаки нарушения нормальных режимов.

Гидравлическая схема замещения, рис.2а, составлена с учетом конструктивных особенностей всасывающего устройства УВ-4М (УВ-5), где разделены подпитывающий Ш_п и регулировочный Ш_р шиберы, обеспечивающие независимое регулирование подпитывающего (линия 1-3-2) и регулировочного (линия 1-3-5) потоков.

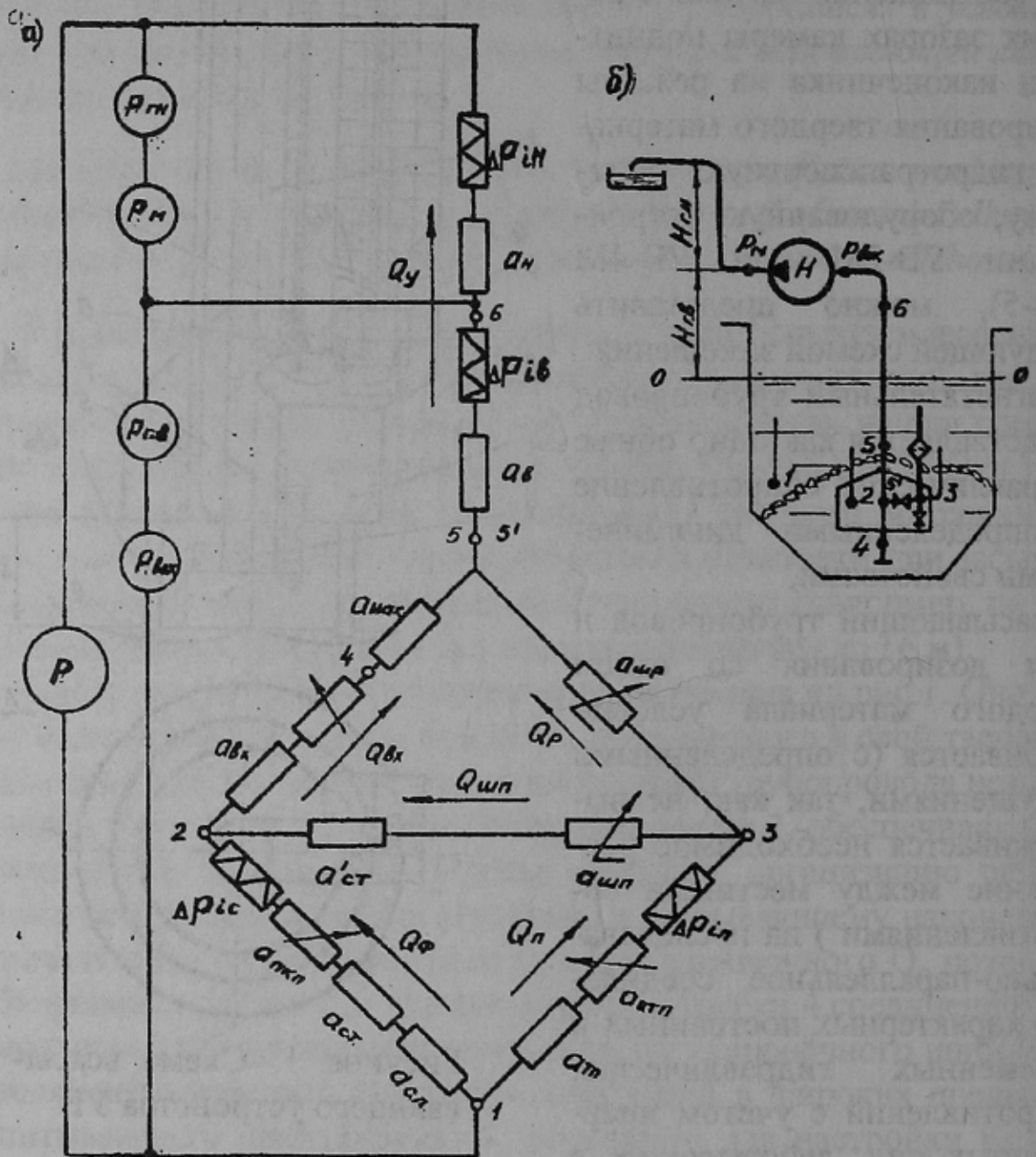


Рисунок 2 -Схема замещения гидротранспортной установки (а) и ее гидравлическая схема (б).

Удельная энергия, создаваемая нагнетателем $P_{полн}$, как известно,

расходуется на процессы всасывания твердого материала $P_{\text{вак}}$, подъем гидросмеси на геометрическую высоту $P_{\text{г.н}}$ и ее перемещение по пульповоду $P_{\text{м}}$, преодоление сил инерции в переходных режимах ΔP_i . ΔP_i является функцией двух переменных (длины потока и времени). Для массы элемента потока несжимаемой жидкости сечением dS и длиной dl , проектируя силы давления и силы тяжести на направление к касательной линии тока, в соответствии с законом Ньютона, уравнение движения для определенного момента времени t можно представить следующим выражением:

$$-\frac{\partial p_i}{\partial l} dl + \rho g \cos \alpha dl = \rho \frac{d\vartheta}{dt} dl, \quad (1)$$

здесь α —угол между линией тока и касательной.

После интегрирования этого уравнения вдоль струйки, получим обобщенное уравнение Бернулли для неустановившегося движения, где четвертый член $\rho \int \frac{\partial v}{\partial t} dl$, называется инерционным давлением.

Для трубки тока или трубопровода постоянного сечения $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \text{const}$, тогда инерционное давление определится как:

$$\Delta P_i = \rho \frac{\partial v}{\partial t} \int dl \quad (2)$$

Энергия, затрачиваемая на процесс всасывания, расходуется на подвод и захват твердого материала, изменение удельной энергии положения (геометрической высоты всасывания $P_{\text{г.в}}$), преодоление потерь давления в трубопроводе по длине и в местных сопротивлениях $\Sigma \Delta P_{\text{п.в}}$, а также на преодоление потерь давления в слое твердого материала ΔP_c и инерционных сил $\Delta P_{i.в}$.

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{г.в}} + \Delta P_{1-5} + a_v Q^2 + \Sigma \Delta P_{i.в} \quad (3)$$

Для определения влияния элементов всасывающего устройства на процессы подвода и захвата твердого материала, выделяются местные сопротивления входного патрубка $a_{\text{вх}}$, трубопровода и камеры подпитки $a_{\text{т.п}}$, $a_{\text{к.п}}$, слоя твердого материала a_c . Кроме того, при возникновении частичных или полных подбутовок входного патрубка всасывающего устройства, трубопровода и камеры подпитки, возникают дополнительные потери давления на этих элементах за счет изменения их живых сечений и увеличения гидравлического сопротив-

ления. Эти переменные сопротивления условно обозначены как $a_{п.вх}$, $a_{п.тп}$, $a_{п.кп}$, где $a = \Delta P / Q^2$.

На приведенной схеме замещения выделяются характерные узловые точки 1, 2, 3, 4. Если в этих точках произвести отборы давления и сравнить их в определенном порядке, то можно осуществить контроль параметров подвода и захвата (всасывания) твердого материала, зависящих от упомянутых выше сопротивлений, а также обнаружить начало нарушения нормального режима из-за подбутовок элементов всасывающего трубопровода. Так, увеличение сопротивления и, как следствие этого, увеличение потерь давления между точками 1-2, может служить характеристикой подбутовки камеры подпитки; между точками 1-3 - подбутовки трубопровода подпитки; между точками 2-4 - входа во всасывающий трубопровод и т.д. Схемы замещения всасывающей линии при различных режимах работы узла дозирования приведены на рис.3.

Потери давления на элементах всасывающего устройства определяются в соответствии с известными методиками и поправками, изложенными в работе/1/. Динамические характеристики системы "всасывающее устройство-слой твердого материала" в переходных режимах: $Q=f_1(t)$, $P_{вак}=f_2(t)$, $\Delta P_{1-2}=f_3(t)$, $\Delta P_{1-3}=f_4(t)$, $\Delta P_{2-4}=f_5(t)$, $\rho_{гс}=f_6(t)$, получены при измерении давления в точках 1...6 в соответствии с предложенной схемой замещения и рассмотрены в работе /2/. Характеристики получены, при единичных воздействиях регуляторного шибера, т.е. при переводе режима работы с воды на гидро-смесь и обратно.

Рассмотренные схемы замещения могут быть использованы при создании систем регулирования гидротранспортных установок, а также при создании систем диагностики и защиты подобных установок от аварийных режимов работы.

Список источников

1. Моргунов В.М. Исследование узла дозирования углесосных станций гидрошахт с целью создания системы контроля и опережающей защиты. - Автореф. дис. канд. техн. наук. Донецк, 1978, 18 с.
2. Моргунов В.М. Определение потерь давления во всасывающих трактах стационарных гидротранспортных установок в переходных режимах работы.-Сб.трудов ДонГТУ Выпуск 7.-Серия горно-электромеханическая. Донецк 1999г. стр.179-186

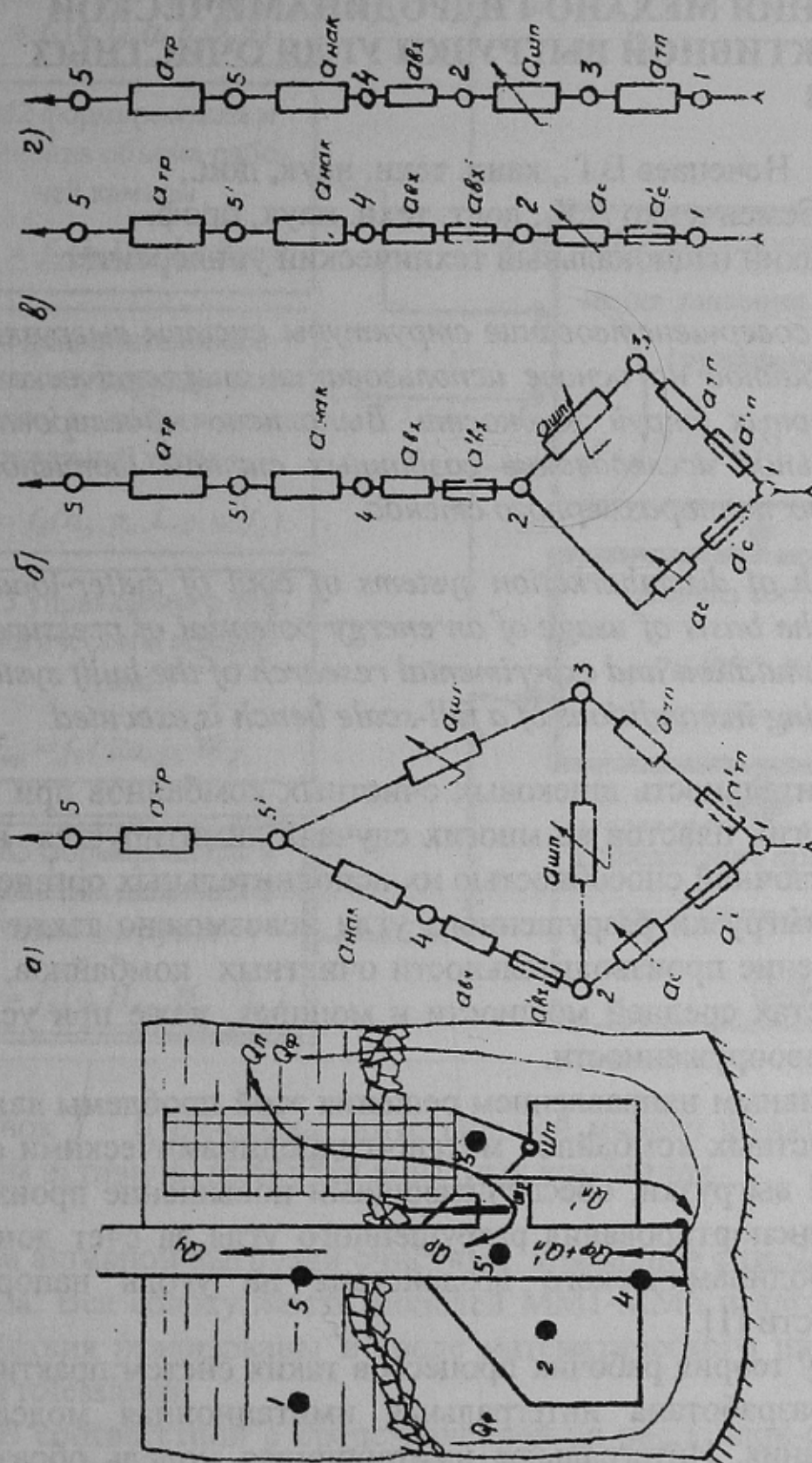


Рисунок 3 -Схемы замещения всасывающей линии при: а)работе на воде (регулирующий шибер открыт); б)работе на гидросмеси; в)неисправности линии подпитки; г)подготовке камеры подпитки