Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1987, т.110

УДК 622.693.4

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭФФЕКТА СНИЖЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ГИДРОТРАНСПОРТЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Е.В.СЕРГЕЕВ

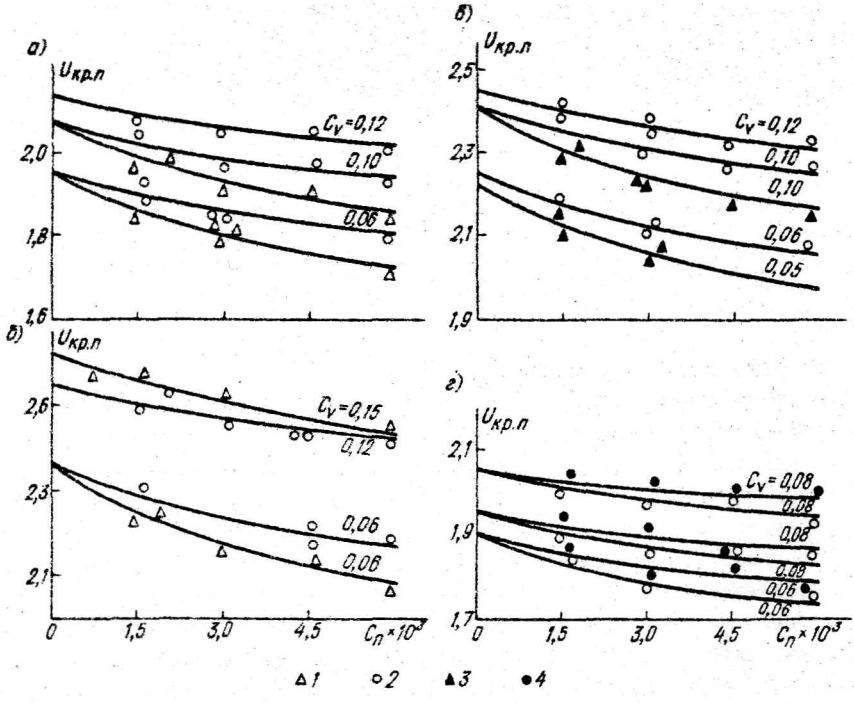
Надежность и эффективность работы гидротранспортных систем зависит не только от использования современного высокоэффективного и высоконадежного оборудования, но и от возможности регулирования работы подобных систем при различных изменениях технологического цикла переработки полезных ископаемых на горных предприятиях.

В настоящее время наметилось три способа регулирования работы гидротранспортных систем - механический, электромеханический и химический за счет введения в поток гидросмеси поверхностно-активных веществ, способных существенно влиять на интегральные параметры гидротранспортных установок. Одним из наиболее перспективных способов является третий, так как в этом случае эффект регулирования может быть достигнут как за счет сопутствующих флотореагентов, так и за счет дополнительно вводимых поверхностно-активных веществ (ПАВ) на стадии транспортирования продуктов переработки. Однако его эффективное использование, также как и надежность работы гидротранспортной системы в целом, будет зависеть от устойчивости влияния вводимых химических примесей на интегральные параметры взвесенесущего потока.

В данной работе изложены основные результаты исследований, целью которых являлось изучение влияния ПАВ на интегральные параметры взвесенесущего потока и, в частности, на критические скорости. В качестве полимеров были использованы полиакриламид с $M = (2,3-4,95)\cdot10^6$ и полиметилметакрилат в хлорбензоле с $M = 4,62\cdot10^6$ при концентрациях в диапазоне 0,0015-0,012 %. Эксперименты были выполнены на трубах диаметром 100, 150 и 200 мм. Полученные экспериментальные данные представлены на рисунке.

Приведенные на рисунке зависимости свидетельствуют о том, что введение в поток гидросмеси полимерных добавок приводит к уменьшению величины критической скорости. Наибольшая величина эффекта снижения $U_{кр}$ наблюдается при минимальных концентрациях гидросмеси и при более высоких значениях молекулярной масы и концентрации используемых полимеров. Со значительным увеличением концентрации гидросмеси (в 2-3 раза) или с уменьшением упомянутых параметров величина эффекта уменьшается. В этом случае величина $U_{кр.п}$ приближается к скорости для потока гидросмеси без полимерных добавок.

Более высокий эффект снижения $U_{кр}$ при введении в поток гидросмеси полимеров с большой молекулярной массой даже при несколько меньших концент-



Зависимость $U_{кр.п} = f(C_п)$ при движении гидросмеси водопесчаной (а,б) и медно-молибденовой руды (в,г) по трубопроводам диаметром 100 мм (а,в) и 150 мм (в,г)
1 - M = $4{,}95 \cdot 10^6$; 2 - M = $3{,}3 \cdot 10{,}6$; 3 - M = $4{,}62 \cdot 10^6$; 4 - M = $2{,}3 \cdot 10{,}6$

рациях обусловлен большей гибкостью и длиной макромолекул по сравнению с полимерами меньшей молекулярной массой или существенно деградированными. Это хорошо видно при сопоставлении кривых $U_{кр.п} = f(C_п)$, полученных при движении водопесчаной гидросмеси с полиакриламидом, имеющим M = $4{,}95 \cdot 10^6$ и M = $3{,}3 \cdot 10^6$ (см. рисунок,а,б). Так при одинаковых средних концентрациях гидросмеси, даже при резко отличающихся концентрациях полимеров, более высокий эффект соответствует большей молекулярной массе вводимого полимера, т.е. полиакриламиду с M = $4{,}95 \cdot 10^6$. Аналогичный эффект сохраняется и при использовании полиметилметакрилата с M = $4{,}62 \cdot 10^6$. Для концентрации полимеров величина эффекта тем больше, чем выше концентрация вводимых полимеров. Следовательно, основными факторами, определяющими величину снижения $U_{кр}$, являются молекулярная масса и концентрация полимеров.

Полученные опытные данные показали также, что величина эффекта снижения $U_{кр}$ в меньшей степени зависит от диаметра трубопровода, чем от перечисленных параметров. Так, величины эффекта, полученные при одной и той же концентрации гидросмеси и полимера с M = $3{,}3 \cdot 10^6$, примерно равной продолжительности деградации, мало отличаются друг от друга при изменении диаметра трубы от 100 до 150 мм (см. рисунок,а,б,). Эту закономерность подтверждают также опытные данные, полученные при движении медно-молибденовой руды (см. рисунок,в,г). Такое незначительное изменение величины

эффекта снижения $U_{кр}$ с ростом диаметра трубы можно объяснить по разному: с одной стороны, отсутствием однозначной связи $\lambda = f(Re)$ для результатов, полученных в трубопроводах различных диаметров, с другой – одновременным ростом диаметра трубопровода и величины $U_{кр}$, что приводит к увеличению деформации макромолекул полимеров и улучшению условий их ориентации в направлении движения потока.

Совсем по-иному изменяется эффект снижения $U_{кр}$ с увеличением концентрации гидросмеси, несмотря на одновременный рост $U_{кр}$. Как видно из рисунка, эффект снижения $U_{кр}$ с ростом концентрации гидросмеси постепенно уменьшается. Так, при увеличении концентрации водопесчаной гидросмеси от 0,06 до 0,12 по объему величина эффекта снижения $U_{кр}$ при введении полимера $M = 3{,}3 \cdot 10^6$ и его концентрации 0,003; 0,006 и 0,012 % изменяется соответственно от 5,8 и 10 до 2,5; 4,5 и 6 %. Подобное уменьшение эффекта при движении гидросмесей более высокого насыщения можно объяснить увеличением количества частиц транспортируемого материала, бомбардирующих ориентированные в потоке макромолекулы полимеров. Такой количественный рост твердых частиц увеличивает интенсивность механической деградации, т.е. приводит к уменьшению $U_{кр}$ полимеров и увеличению жесткости макромолекул, и, следовательно, к уменьшению величины эффекта снижения $U_{кр}$. Уменьшение эффекта снижения $U_{кр}$ с ростом концентрации подтверждают также результаты, полученные при движении гидросмеси медно-молибденовой руды (см.рисунок,в,г). Следовательно, концентрация гидросмеси также, как M и $C_п$ вводимых полимеров, является одним из основных факторов, определяющих величину эффекта снижения $U_{кр}$.

Интересно также отметить, что при увеличении молекулярной массы вводимых полимеров при аналогичных условиях движения гидросмеси даже при меньших концентрациях полимеров интенсивность их деградации значительно падает. Это хорошо видно при сопоставлении кривых $U_{кр.п} = f(C_п)$, полученных при введении в поток гидросмеси таких пар полимеров, как полиакриламид с $M = 3{,}3 \cdot 10^6$ и $M = 4{,}95 \cdot 10^6$ (см. рисунок,а,б,), его полимер-гомологи с $M = 2{,}3 \cdot 10^6$ и $M = 3{,}3 \cdot 10^6$ (см. рисунок,г) или полиакриламид с $M = 3{,}3 \cdot 10^6$ и полиметилметакрилат с $M = 4{,}62 \cdot 10^6$ (см. рисунок,в). Так, например, при одинаковых концентрациях гидросмеси медно-молибденовой руды $C_v = 0{,}10$ в трубопроводе с $D = 150$ мм величина эффекта, равная 9 %, достигается при использовании полимера с $M = 4{,}62 \cdot 10^6$ при $C_п = 0{,}003$ %, а для полимера с $M = 3{,}3 \cdot 10^6$ лишь при $C_п = 0{,}006$ %. Следовательно, использование низкомолекулярных полимеров вызывает существенное увеличение оптимально необходимого значения концентрации по сравнению с полимерами, имеющими большую молекулярную массу. Это следует тщательно учитывать на практике, ибо применение полимер-гомологов с малой молекулярной массой может приводить не только к существенному увеличению концентрации и неоправданным затратам полимеров, но и к снижению или полному исчезновению эффекта.

Таким образом, выполненный анализ опытных данных дает все основания полагать, что введение молекул линейных полимеров в поток гидросмеси уменьшит не только один из основных параметров гидротранспорта, но и удельную мощность, расходуемую на гидротранспорт при критическом режиме. Ниже и выше критического режима можно повысить эффективность переноса сыпучих материалов потоком воды при наименьших энергозатратах. Сопоставление опытных данных и данных, полученных согласно зависимости для $U_{кр}$ показало их удовлетворительную сходимость.