

УДК 622.273.217.4

ИЗНОС И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗАКЛАДОЧНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Л.Г. ГАМБАРЬЯН

Применение трубопроводного транспорта в закладочных комплексах ставит ряд задач, решение которых должно способствовать эффективному ведению закладочных работ. К ним в первую очередь относится проблема гидроабразивного износа и долговечности закладочных трубопроводов, так как технико-экономические показатели гидротранспортных систем в значительной степени зависят от долговечности и надежности их работы [3].

Быстрый износ трубопроводов при гидротранспорте закладочных материалов вызывает повышенный расход труб, нарушает нормальное функционирование не только закладочного комплекса, но и всего предприятия в целом. Статистические данные показывают, что ежегодный расход труб в горной промышленности достигает 1,8–2,5 млн.м, что при средней стоимости 1 м трубы 15–20 руб. составляет десятки миллионов рублей [4]. Выполненное нами обследование технического состояния закладочных комплексов ряда предприятий Минвнетмета СССР показало, что сроки службы закладочных трубопроводов сравнительно невелики: ограничены пропуском от 10–12 тыс.м³ закладки (рудники Урала) до 250 тыс.м³ (рудники Джезказгана). Так, например, только на «Комсомольском» и «Октябрьском» рудниках Норильского ГМК в настоящее время требуют замены 4500 м вертикальных и 10000 м горизонтальных труб. В то же время анализ работ в области гидроабразивного износа показал, что в СССР и за рубежом до сих пор не создано достаточно строгой теории гидроабразивного износа, имеющей общепризнанное физическое и математическое обоснование, несмотря на большое количество проведенных экспериментальных исследований с различными абразивными материалами на всевозможных стендах и на промышленных трубопроводах с разными геометрическими размерами [2–4].

В свете современных взглядов на природу гидроабразивного износа основными параметрами потока, определяющими степень изнашивания, являются: скорость потока гидросмеси v_{cp} , концентрация твердого в потоке c , крупность твердых частиц d_{cp} и диаметр трубопровода D . Зависимость гидроабразивного износа от различных факторов в общем виде можно представить:

$$\Delta = f(\epsilon, a, d_{cp}, v_{cp}, c, D, \Theta),$$

где ϵ – показатель физико-механических свойств материала труб; a – абразивность транспортируемого материала; Θ – эксплуатационные факторы (периодичность работы установки, качество монтажа труб, содержание рН в воде и пр.).

Для раскрытия экспериментальным путем этой зависимости в хорошо поставленных исследованиях обычно определяют приведенные величины. Однако одни исследователи в своих опытах в широких пределах изменяли твердого материала, но проводили эти опыты в трубах одного диаметра, другие значительно расширяли диапазон диаметров трубопроводов, но дело с материалом одной крупности, третьи не имели возможности изменять в широких пределах скорость, концентрацию частиц в потоке и пр. Таким образом, полученный разными авторами экспериментальный материал далеко не равноценен как по качеству, так и по широте охвата параметров, влияющих на показатели гидроабразивного износа.

Учитывая это, в особо ответственных случаях требуются предварительные испытания по уточнению сроков службы труб либо на моделях из конкретных материалов, либо в промышленных условиях в процессе эксплуатации. Вместе с тем исследование труб в действующих трубопроводах на производстве является наиболее надежным способом получения достоверных данных по их износу. Нами проводились на действующих установках экспериментальные исследования процесса гидроабразивного износа закладочных трубопроводов на ряде рудников. Наиболее обширный материал с точки зрения систематического контроля за износом закладочных трубопроводов был получен на Дзержинском ГМК.

Линия гидротранспорта закладки собрана из безшовных горячекатаных труб (ГОСТ 8738-58) диаметром 150 мм с толщиной стенки 8 мм. Параметры транспортирования закладки были следующими: $\rho_{\text{п}}$ 1,9-2,1 т/м³; производительность установки 50-60 м³/ч, средняя скорость транспортирования, определяемая по расходной характеристике, v 1,2 м/с. В качестве измерительного прибора для определения износа стенок труб использовались ультразвуковые, импульсные толщиномеры типа «Кварц-15» и «Кварц-6», позволявшие производить измерения при одностороннем доступе без нарушения целостности исследуемых труб.

Анализ экспериментальных данных показал, что интенсивности гидроабразивного износа закладочных трубопроводов довольно высока — составляет 2,5-3,0 мм/год при работе закладочной установки 15-18 ч в сутки. Это объясняется тем, что на Дзержинском ГМК в качестве инертного заполнителя твердеющей закладки используются хвосты обогащения, которые содержат до 65-75 % таких абразивных материалов, как кварц, опал, халцедон. Распределение износа по поперечным сечениям имеет довольно равномерный характер. Очевидно, это вызвано равномерным распределением концентрации по сечению потока, что объясняется высокой плотностью гидросмеси и наличием в ней цементирующих добавок, препятствующих осаждению твердых частиц. Поэтому величина износа в нижней и верхней части примерно одинакова. Учитывая такой характер распределения износа, закладочный трубопровод может быть использован только однократно, т.е. профилактического поворачивания, которое часто применяется в практике гидротранспорта при неравномерном износе, например, когда нижняя часть трубопровода изнашивается значительно интенсивнее верхней и бо-

том этого срок службы закладочного трубопровода [1, 5] не превышает 1,7-2 гда.

Быстрый износ закладочных трубопроводов вызывает повышенный расход дефицитных труб и увеличивает и без того высокую металлоемкость гидро-транспорта закладки и трудоемкость работ. В связи с этим возникает острая необходимость в увеличении сроков службы закладочных трубопроводов. Наиболее эффективным способом резкого повышения долговечности труб является применение различных армировок (футеровки из базальта, ситалла, резины, полиуретана, покрытие эмалями и пр.). Однако армированные трубы значительно дороже обычных стальных, монтаж их более трудоемок. Кроме того, наличие футеровки в трубах в 1,5-2 раза увеличивает гидравлические сопротивления трубопроводов, что значительно сокращает длину доставки при самотечном способе транспортирования и увеличивает энергозатраты при самотечно-пневматическом способе.

В последнее время в Советском Союзе и за рубежом наметилась тенденция к применению для закладочных трубопроводов новых типов труб из различных синтетических материалов (полиэтилена, винипласта, фторопласта, полипропилена). Эти трубы антикоррозийны, значительно легче стальных, что сокращает затраты на их монтаж и одержание, обладают меньшими удельными сопротивлениями, что позволяет при одних и тех же энергозатратах значительно увеличивать протяженность закладочных трубопроводов [1].

Нами были выполнены исследования с целью изыскания путей внедрения синтетических труб на закладочных трубопроводах. При этом были рассмотрены такие характеристики труб, как износостойкость и гидравлические сопротивления при движении закладочных смесей. Были исследованы следующие типы труб: ПВП (из полиэтилена высокой плотности); ПНП (полиэтилена низкой плотности) и ПВХ (винипласта). Анализ характеристик показал, что для закладочных трубопроводов целесообразнее применять трубы из ПВП. Максимальный износ труб из ПВП после пропускa 8 тыс. м³ закладки составил 1,6 мм, а после пропускa последующих 17 тыс. м³ - 0,9 мм. Удельные показатели износа полиэтиленового и стального трубопроводов составили соответственно $9 \cdot 10^{-6}$ и $12,1 \cdot 10^{-5}$ мм/м³. При этом, как свидетельствуют результаты исследований, удельные сопротивления полиэтиленового трубопровода в 1,5-2 раза меньше, чем стального, что значительно сократит энергозатраты при транспортировании закладочных смесей. Кроме того, полиэтиленовые трубы дешевле стальных (см. таблицу).

Сравнительные характеристики труб

Диаметр труб, мм	Масса 1 м трубы, кг		Стоимость 1 м трубы, руб.	
	Стальные	ПВП	Стальные	ПВП
273	77,24	9,86	11,59	6,73
273	89,42	11,88	13,41	8,94

Диаметр труб, мм	Масса 1 м трубы, кг		Стоимость 1 трубы, руб.	
	Стальные	ПВП	Стальные	ПВП
273	113,2	14,15	16,98	11,32
325	77,68	9,71	11,55	8,77
325	93,63	11,60	13,89	10,28
325	107,38	13,42	16,11	10,74
325	121,91	15,28	18,29	12,22

По предварительным расчетам стоимость строительства и монтажа 1 км полиэтиленового трубопровода диаметром 200 мм на 2-2,5 тыс.руб. меньше, чем стального трубопровода того же диаметра. Таким образом, внедрение полиэтиленовых труб на закладочных комплексах должно способствовать снижению металлоемкости гидротранспорта закладочных смесей и повышению эффективности работы закладочных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Вяткин А.П., Горбачев В.Г., Рубцов В.А. Твердеющие
М. Недра, 1983.
- Гочиташвили Т.Ш., Сулаберидзе Д.Г., Алехин Л.А., Махалашвили Л.Н.
Надежность и долговечность напорных гидротранспортных трубопроводов. Тбилиси, 1984.
- Покровская В.Н. Трубопроводный транспорт в горной промышленности. М., 1985.
- Турчанинов С.П. Долговечность гидротранспортных трубопроводов. М., 1973.
- Указания по расчету стальных трубопроводов различного назначения. СН373-67. М.: Стройиздат, 1971.