

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 622.24.051.52

Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Ю.В. Дрозденко

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ОПОРНЫХ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ИНСТРУМЕНТА БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН

Кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ в течение нескольких десятилетий накоплен значительный опыт по проектированию и эксплуатации в промышленных условиях бурошнековых установок. Разработаны технологические схемы, приемлемые для условий горизонтальных и слабонаклонных скважин, нашедшие экспериментальное и практическое подтверждение. В настоящее время большое внимание уделяется вопросам совершенствования бурового инструмента, предназначенного для передачи крутящего момента и усилия подачи от бурошнековой машины при разрушении забоев горизонтальных и слабонаклонных скважин, а также для погрузки и транспортирования буровой мелочи к устью скважины [1, 2].

В результате реализации теоретических и технических достижений [3] осуществлено промышленное внедрение в условиях трестов «Уралэнергострой», «Кузбассэнергострой» бурошнековых комплексов, созданных на базе установки УБСР-25, буровых станков БГА-2, БГА-4, БГА-2М, обеспечивших бестраншейную прокладку подземных переходов в условиях энергетических объектов большой важности, сложных сопряжений транспортных коммуникаций, плотной городской застройки.

Опыт эксплуатации бурошнековых агрегатов

позволил выявить ряд проблем, связанных с транспортированием грунта:

1) ухудшение работы шнекового става при работе с вязким грунтом. Это проявляется в недостаточной интенсивности перемещения бурового шлама при работе в ряде режимов, а иногда и в невозможности обеспечения перемещения;

2) ограниченная дальность транспортировки разбуренного грунта шнековым буровым ставом. Удлинение шнекового става, повышенные требования к прочности и надежности приводят к увеличению массы оборудования, а, следовательно, потерь на холостое трение. Это существенно влияет на требуемую мощность привода установки. Повышенные габариты и масса влияют также на трудоемкость доставки и монтажа элементов бурошнекового оборудования;

3) интенсивный износ шнеков, определяемый воздействием на их поверхность транспортируемого грунта, а также в значительной мере их взаимодействием со стенками скважины или инвентарной обсадной трубы - в случае, если шнековый став относительно них не отцентрирован;

4) недостаточная надежность опорно-якорных и опорно-центрирующих устройств бурошнекового става, делающая невозможным длительное бурение без технического обслуживания.

В результате теоретических и эксперимен-

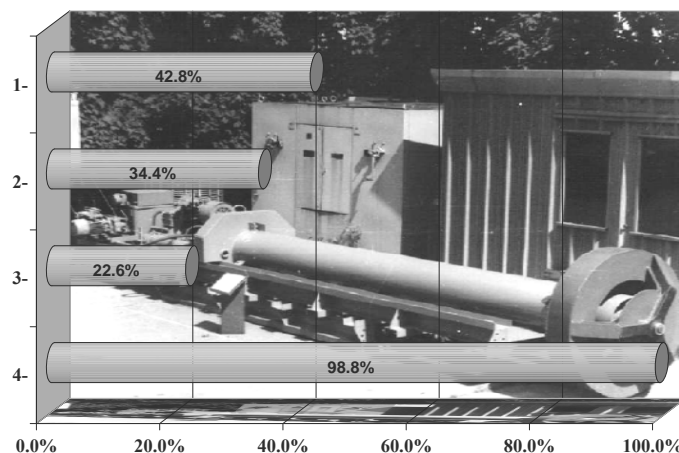


Рис. 1. Относительный ресурс подшипниковых узлов оборудования бурошнековых машин: 1 – забойного опорно-якорного; 2 – опорно-центрирующего; 3 – узла прицепного устройства; 4 – узла вращательно-подающего механизма

тальных исследований на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ были предложены новые способы двухэтапного бурения горизонтальных и слабонаклонных скважин, при реализации которых повышение эффективности проходки и транспортирования достигается посредством целенаправленного изменения физико-механических свойств продуктов разрушения путем их увлажнения до границы текучести (40...50 %). При этом реализуются положительные качества как шнекового, так и гидравлического способов транспортирования продуктов разрушения, теряющих способность к налипанию. Возрастает скорость проходки, энергоемкость бурения снижается при этом в 2...3 раза, в отдельных случаях до 5 раз, что в принципе позволяет использовать данные способы при сооружении скважин длиной 100...150 м и более, в чем имеется в настоящее время насущная потребность.

Установлено, что данные о времени, затрачиваемом на бурение, почерпнутые из СНиП, не отражают действительность. При бурении прямым ходом увлажненного глиняного массива техническая скорость бурения составляет 6 м/мин, скважина длиной 150 м теоретически может быть пройдена за 25 час. При бурении обратным ходом с увеличением объема выбуриваемых масс в 3...4 раза и с возрастанием необходимости прокрутки става скорость может падать до 0,1 м/мин, следовательно, скважина может быть пройдена за 125 час. Таким образом, на бурение скважины длиной 150 м может быть затрачено 150 час при средней скорости проходки 1 м/час. Но должно быть учтено бурение по глинам с переменной влажностью или бурение по перемежающимся породам, поэтому для различных случаев время может быть увеличено в 1,3...1,7 раз.

Техническая реализация этого осложнена тем, что до сих пор не получила решения проблема обеспечения работоспособности подшипниковых узлов машин горизонтального бурения: опорно-якорных устройств расширителей, опорно-центрирующих устройств бурошнекового става, опор прицепных устройств, а также подшипниковых узлов вращательно-подающих механизмов. Радиальные подшипники этих узлов эксплуатируются в условиях интенсивного взаимодействия

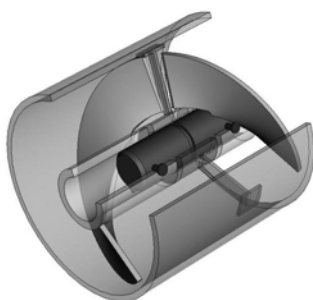


Рис. 3. Опорно-центрирующий узел с подшипником скольжения



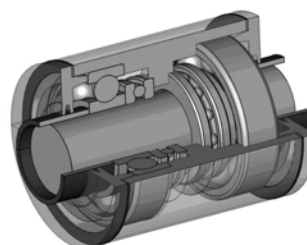
Рис. 4. Подшипниковый узел прицепного устройства

с частицами увлажненного разработанного грунта, что делает невозможным длительное бурение без технического обслуживания. Традиционные подходы к конструированию не позволяют обеспечить требуемый минимальный ресурс, который для данных узлов выражается временем, затрачиваемым на бурение одной скважины.

На рис.1 представлены показатели относительного ресурса подшипниковых узлов оборудования для бурения горизонтальных скважин с указанием подшипниковых узлов, лимитирующих его



а)



б)

Рис.2. Забойный опорно-якорный подшипниковый узел

работоспособность.

Забойный опорно-якорный подшипниковый узел, представленный на рис.2 (а – работа в составе расширителя обратного хода; б – конструктивное исполнение), при малых габаритах (для снижения сопротивления перемещению продуктов разрушения) должен надежно обеспечивать легкость вращения расширителя и става при малом разрыве шнековой спирали (не более 100 мм) и воспринимать действующие с их стороны значительные комбинированные нагрузки. Практика использования в данной конструкции стандартных подшипников качения и уплотнений при бурении горизонтальных скважин в условиях строительных объектов треста «Урал-энергострой» показала, что активное воздействие продуктов разрушения, особенно увлажненных, приводит к сгоранию уплотняющих веществ, проникновению бурового шлама во фрикционную зону подшипников с последующим отверждением, их преждевременному износу, поломкам, заклиниванию. Ресурс, отнесенный ко времени бурения одной скважины, составляет 42,8 %. Тех-

ническое обслуживание с целью профилактики отказа во время бурения скважин невозможно.

Жесткие требования по снижению радиальных и осевых (для сокращения разрывов шнековой спирали до 50 мм) габаритов при одновременном гарантированном подвешивании секции шнека внутри инвентарной обсадной трубы предъявляются к многочисленным опорно-центрирующим подшипниковым узлам (рис. 3). Промышленные испытания бурошнековых машин, осуществленные в условиях треста «Кузбассэнергострой», показали полную непригодность для использования в данных узлах подшипников скольжения, т.к. такая конструкция обеспечивает относительный ресурс лишь 34,3 %. Принятая к эксплуатации конструкция узла, аналогичная опорно-якорному и оснащенная стандартными радиальными подшипниками качения и уплотнениями, не отвечает требованиям работоспособности по аналогичным с вышеописанным узлом причинам. Техническое обслуживание с целью профилактики во время бурения скважин невозможно. Ситуация осложняется многочисленностью данных узлов на собранном шнековом стае.

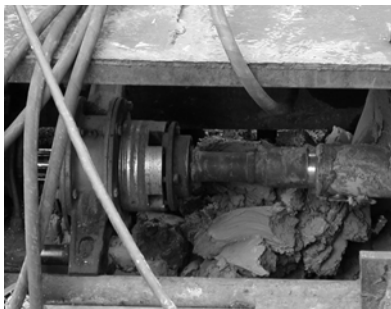


Рис. 5. Узел вращательно-подающего механизма

Работоспособность подшипникового узла прицепного устройства, изображенного на рис.4, определяет возможность протаскивания трубки-кожуха, служащей крепью для пробуриваемой скважины. Эксплуатация данного узла осложняется образованием вблизи него так называемой призмы волочения высотой 0,3...0,5 м, состоящей

из грунта, непогруженного в шнековый став. Тяжелые условия работы опоры приводят к быстрой потере подшипниками работоспособности, относительный ресурс составляет 22,6% , однако в процессе работы возможна профилактика отказа периодическим техническим обслуживанием.

Достаточно актуальной представляется проблема поддержания работоспособности подшипниковых узлов вращательно-подающего механизма машины горизонтального бурения, обладающих, безусловно, наибольшим относительным ресурсом (около 100%).

На рис.5 представлен общий вид подшипниковых узлов вращательно-подающего механизма, находящихся под напором выбуриваемых масс.

Конструирование смазывающих и уплотняющих элементов данных подшипниковых узлов на базе традиционных общемашиностроительных методик не позволяет избегать внезапных отказов, выражающихся в катастрофическом заклинивании подшипников качения под напором проникающего в узлы в большом количестве увлажненного выбуриваемого материала. Возможна профилактика отказов периодическим техническим обслуживанием.

Таким образом, многочисленные случаи потери работоспособности и снижения показателей технического ресурса опорными узлами с радиальными подшипниками качения, имеющимися в бурошнековом оборудовании, характеризуются процессами нарушения герметичности фрикционной зоны и функции смазывания. Наихудшие показатели работоспособности и невозможность технического обслуживания проявляют различные опорные узлы шнекового бурового става, особенно те, которые размещены в скважине. Для повышения показателя безотказности необходимо обеспечивать дальнейшее их совершенствование в направлении сохранения смазочных свойств и уплотняющих характеристик в течение требуемого ресурса, без ремонтно-восстановительных работ в пространстве буримой скважины [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маметьев, Л.Е. Обоснование и разработка способов горизонтального бурения и оборудования бурошнековых машин. Диссертация д.т.н. - Кемерово: КузПИ, 1992.
2. Ананьев, А.Н. Обоснование и выбор средств, повышающих эффективность работы шнекового бурового става при бурении горизонтальных скважин. Диссертация к.т.н. - Кемерово: КузПИ, 1990.
3. Маметьев, Л.Е. О реализации бурошнековых технологий в горном деле и подземном строительстве / Л.Е. Маметьев, Ю.В. Дрозденко, О.В. Любимов. – Горное оборудование и электромеханика, 2010, №5, с. 47-49.
4. Любимов, О.В. Повышение ресурса подшипниковых опор шнекового става машин горизонтального бурения. Диссертация к.т.н. – Кемерово, КузГТУ, 2012.

□ Автор статьи

Маметьев
Леонид Евгеньевич,
докт.техн.наук проф. каф. «Горные
машины и комплексы» КузГТУ,
тел. 8(3842) 39-69-40

Любимов
Олег Владиславович,
канд.техн.наук., ст. преп. каф.
«Прикладная механика» КузГТУ.
Email: oleg_lyubimov@mail.ru

Дрозденко
Юрий Вадимович,
ст. преп. каф. «Горные машины и
комплексы» КузГТУ.
e-mail: duv.gmik@kuzstu.ru