

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время при строительстве Третьей линии Минского метро, (Строительное коммунальное унитарное предприятие «Минск-метрострой») используется по прямому назначению тоннелепроходческий механизированный комплекс фирмы BESSAC (Франция). Одним из основных оборудований проходческого комплекса является проходческий щит (6000T038PT / 2001030) закрытого типа с грунтопригрузом на полное сечение туннеля с удержанием забоя под давлением грунта. Он обеспечивает весь комплекс работ по закреплению грунта, удержанию забоя, разработке забоя и установке окончательной обделки.

Разработка грунта на полное сечение производится рабочим органом, диаметр экскавации которого составляет 6250 мм. Рабочий орган установлен на силовой установке проходческого щита. Ротор представляет собой сварную конструкцию, передняя сторона которой защищена от износа пластинами из стали HARDOX (толщина 20 мм), устойчивыми к абразивному износу. Рабочий орган оборудован различного типа породоразрушающими элементами:

- простые шарошки 14'' 2 шт;
- двойные шарошки 14'' 12 шт;
- периферические скребки 8+8 (левые / правые);
- зубья шириной 120 мм 104 шт;
- центральные зубья 8 шт;
- центральный инструмент 1.

Степень открытия ротора – 30 %. Для проходки тоннелей на таких комплексах также используется полимер и бентонит для снижения сил трения и налипания породы к режущему инструменту в глинистых грунтах. Рабочий орган оборудован четырьмя инжекторами пены.

Основной режим работы ротора – периодическое реверсивное вращение. С учетом этого на роторе симметрично установлены по восемь периферийных скребков левого и правого исполнения, а также по 52 зуба шириной 120 мм с лево- и правосторонним направлением резания.

Эксплуатационные показатели ротора в значительной степени зависят от физико-механических свойств разрабатываемого грунта: тип

грунта, прочность породы в массиве, образивность, влагонасыщенность, фракционный состав, природные (валуны) и искусственные включения и сооружения в грунте (фундаменты и железобетонные конструкции).

Надежность ротора как системы следует оценивать единичными показателями, входящими в комплексные показатели по безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости изделий. Для этого в качестве основных подлежали анализу следующие параметры, свойства и режимы работы:

- геометрические параметры металлоконструкции ротора;
- тип и размеры применяемого породоразрушающего инструмента;
- свойства материала металлоконструкции ротора и породоразрушающего инструмента, а также виды упрочняющих процессов на их рабочих поверхностях;
- схема расположения породоразрушающего инструмента и ограничительных зубьев на поверхности ротора;
- расположение инжекторов (форсунок) для подачи пены на забой и в призабойную камеру;
- режимы работы системы подачи пены в рабочую зону;
- конструктивные параметры ротора и корпуса щита в призабойной камере;
- кинематические параметры ротора в рабочем режиме;
- цикличность работы ротора по времени и по направлению вращения;
- пространственная ориентация ротора в составе проходческого комплекса в процессе проходки тоннеля;
- соответствие параметров и режимов работы ротора и шнекового транспортера.

Эффективность использования породоразрушающего инструмента по долговечности оценивается ресурсом, который представляет собой объем экскавируемого грунта при определенной степени переработки породы [1].

Комплект инструмента, которым оснащен ротор, можно разделить на две группы по принципу взаимодействия с массивом горной породы на забое:

- фронтальные зубья относятся к истирающе-режущим для работы на породах прочностью до 2 по шкале Протодьяконова;
- шарошки относятся к наиболее распространенной группе породоразрушающего инструмента при ведении буровых работ, т. е. дробяще-скалывающим и применяются для проходки в горных породах прочностью до 5 по шкале Протодьяконова. В связи с этим следует

отметить, что комплект породоразрушающего инструмента в целом обеспечивает исполнительному органу выполнять основную функцию – фрезерование песчано-гравийных и глинистых пород, с включениями мелких и средних размеров валунов, а также проходить бетонные стенки в грунте. Однако, как показывает опыт эксплуатации комплекса, рабочие поверхности инструмента интенсивно изнашиваются.

Буровой раствор способствует повышению пластичности экскавируемого грунта, снижению удельных затрат энергии на фрезерование массива по площади забоя, а также снижает износ породоразрушающего инструмента, основных элементов металлоконструкции исполнительного органа и винтового конвейера. Однако применение буровых растворов на основе бентонита и пенного реагента является экономически затратным и экологически небезопасным, ввиду необходимости утилизации экскавируемой породы, из-за негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, актуальным является разработка альтернативных видов экологически безопасных буровых растворов [2].

В качестве основных направлений повышения эффективности работы тоннелепроходческого комплекса можно выделить следующие конструктивные изменения исполнительного органа:

- оптимальный тип и размеры шарошек для оборудования ротора по периферийной части;

- насыщение периферийной части породоразрушающим инструментом итирающе-режущего и дробяще-скалывающего типа для переработки породы с прочностью до 5 единиц по шкале Протодьяконова в больших объемах;

- схема распределения фронтальных зубьев по лучам ротора с учетом его реверсивного вращения и увеличение пропускной способности каналов, расположенных в этих режимах за зубками, находящимися в пассивном режиме;

- оптимизация формы и размеров каналов для обеспечения эффективного проталкивания породы от режущих кромок зубков и скребков через свободные окна в металлоконструкции в призабойную зону щита;

- обоснование расположения и количества форсунок по передней плоскости ротора для обработки породы по забою пенным раствором;

- возможность оперативного мониторинга за режимами работы элементов ротора, например, вращение шарошек, температура рабочих поверхностей и степень заштыбовки каналов.

Литература

1. Анализ рабочего процесса тоннелепроходческого комплекса. Часть 2. Исследование процесса проходки на основе математической

модели и экспериментальных данных / Г.В. Казаченко [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2012. – № 1. – С. 47-58.

2. Басалай И.А. Изучение возможности использования бурового раствора на основе сапропеля в тоннелепроходческом механизированном комплексе // И.А. Басалай. Горная механика и машиностроение. – 2018. – № 1. – С. 1-7.

УДК 622.2+631.8+656.3

Басалай И.А.

(Белорусский национальный технический университет, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФОСАПРОПЕЛЕВЫХ ГРУНТОВ НА ОСНОВЕ ЭКСКАВИРУЕМЫХ ПОРОД ОТ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ

В настоящее время сооружение подземных коммуникаций и линий метрополитена проводится двумя способами:

– микротоннелирование с гидротранспортом шлама в виде пульпы из забоя на дневную поверхность с последующей сепарацией смеси. При проходке используется специальный бентонитовый раствор и различные полимеры;

– использование тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) с грунтопригрузом для строительства тоннелей большого диаметра (6 м и более) [1]. Для проходки на таких комплексах также используется полимер и бентонит для снижения сил трения и налипания породы к режущему инструменту в глинистых грунтах.

Буровой раствор способствует повышению пластичности экскавируемого грунта, снижению удельных затрат энергии на фрезерование массива по площади забоя, а также снижает износ породоразрушающего инструмента, основных элементов металлоконструкции исполнительного органа и винтового конвейера. Однако применение буровых растворов на основе бентонита и пенного реагента является экономически затратным и экологически небезопасным, ввиду необходимости утилизации экскавируемой породы, из-за негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, актуальным является разработка альтернативных видов экологически безопасных буровых растворов.