

АНАЛИЗ РАБОТЫ РОТОРА ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКОГО ЩИТА

Евстратиков Д.В.

Научный руководитель Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет

Представлен анализ конструктивных и эксплуатационных параметров ротора тоннелепроходческого щита, используемого при строительстве метрополитена. Определены основные направления повышения эффективности работы комплекса за счет модернизации исполнительного органа.

В настоящее время при строительстве Третьей линии Минского метро, (Строительное коммунальное унитарное предприятие «Минскметрострой») 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 укреплению 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''; двойные шарошки 14''; периферические скребки; зубья шириной 120 мм; центральные зубья; центральный инструмент. 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.

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.

Эксплуатационные показатели ротора в значительной степени зависят от физико-механических свойств разрабатываемого грунта: тип грунта, прочность породы в массиве, образивность, влагонасыщенность, фракционный состав, природные и искусственные включения в грунте.

Надежность ротора как системы следует оценивать единичными показателями, входящими в комплексные показатели по безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости изделий. В качестве основных подлежали анализу:

- 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 шнека.

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 инструмента при ведении буровых работ, т. е. дробяще-

скальвающим 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.

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 комплекса можно выделить следующие:

- оптимальный тип и размеры шарошек для оборудования ротора по периферийной части;
- насыщение периферийной части породоразрушающим инструментом итирающе-режущего и дробяще-скальвающего типа для переработки породы с прочностью до 5 единиц по шкале Протодьяконова в больших объемах;
- новая схема распределения фронтальных зубьев по лучам ротора с учетом его реверсивного вращения и увеличение пропускной способности каналов;
- 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.

Библиографический список

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 622.063

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Евстратиков Д.В., Семененко А.А.
Научный руководитель Басалай И.А.**

Белорусский национальный технический университет

Проведен анализ факторов, влияющих на стабильность и эффективность проходческого щита в сложных горно-геологических условиях. Предложено использовать для стабилизации работы щита буровой раствор на основе сапропеля и производить его приготовление до экслютационной консистенции пенообразователь.

Технология прокладки микротоннелей бестраншейным методом на тоннелепроходческом щите зависит от ряда факторов. Одним из главных факторов является геологические свойства грунта, в которых будет идти проходка. Особо сложными являются песчаные грунты, пльвуны, из-за большой вероятности перебора грунта ротором.

В результате исследований, проведённых практическим методом, было установлено, что путём добавления бентонитового раствора в состав воды для выноса разрушаемой и выносимой породы, получается укрепить грунт «связать» на уровне забоя, тем самым, получив возможность ведения проходки на более высоких скоростях и снизив риск перебора грунта. Однако, анализ показывает, что применение вышеуказанных буровых растворов на тоннелепроходческом комплексе являются экономически затратным и экологически небезопасным, ввиду необходимости утилизации экскавируемой породы, из-за негативного воздействия на окружающую среду.

Таким образом, технико-экономическая эффективность проходки скважин и подземных коммуникаций зависит от режима