

УДК 622.232.82

В.В. Мельник, Л.И. Шулятьева, А.В. Шабловский

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ОБОСНОВАНИЕ
РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
ПРОЦЕССА «МОНТАЖ-ДЕМОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ
В ШАХТЕ»**

Изложена методика моделирования трудозатрат подсистемы шахты «монтаж-демонтаж оборудования» по основным производственным процессам. Предложена схема формирования параметров подсистемы. Приведены модели расчёта трудоёмкости работ по монтажу-демонтажу оборудования в шахте.

Ключевые слова: Схема транспорта в шахте, параметры транспортной системы, трудоёмкость, себестоимость монтажа-демонтажа в шахте

Семинар № 16

Процесс монтажа и демонтажа оборудования выполняет вспомогательные функции при подземной выемке угля. Однако он является важным звеном не только в своевременном обеспечении фронтом очистных работ, но и в построении рациональной технологической схемы шахты. Это обусловлено тем, что параметры технологического процесса «монтаж-демонтаж оборудования» оказывают значительное влияние на выбор рациональных схем подготовки и отработки пластов, а также на обоснование параметров их конструктивных элементов. Под конструктивным элементом в данном случае понимается горная выработка, расположенная определённым образом в пространстве относительно других выработок, характеризующаяся качественными и количественными параметрами. Эти параметры являются основополагающими при выборе вида

и размещения оборудования в выработке согласно его назначению, параметры которого определяют технологические схемы МДР с соответствующими техническими и технологическими характеристиками. Количественные параметры технологических схем характеризуются показателями трудоёмкости монтажно-демонтажных работ и длительностью их ведения. Именно они используются при расчёте продолжительности ведения работ, определении рациональных сроков их начала и окончания. Трудоёмкость работ определяется технологическими схемами и техническими характеристиками оборудования, применяемого на МДР, погрузке и выгрузке технических средств, используемых в шахтах, при их транспортировке от ствола или иного места расположения в шахте до места монтажа.

Использование высокопроизводительной техники на основных произ-

водственных процессах в шахте в США, Германии, Австралии обусловило увеличение плотности и объемов (вследствие увеличения массы оборудования) ведения монтажно-демонтажных работ во времени. Это потребовало и уплотнения графиков использования внутришахтных транспортных систем. Для повышения эффективности работ по монтажу-демонтажу в этих странах используются самоходные машины во взрывобезопасном исполнении с дизельным или электрическим приводом.

В настоящее время на шахтах Кузнецкого и Карагандинского бассейнов применяются технологические схемы, предусматривающие демонтаж оборудования в отработанной лаве и монтаж в новой без выдачи на поверхность. Необходимый ремонт узлов осуществляется непосредственно в шахте без выдачи на поверхность. То есть осуществление МДР связано с производством следующих рабочих процессов: демонтаж узлов очистного комбайна и перегон его в новую лаву; транспортирование узлов по выработкам до места ремонта и обратно в новую лаву; демонтаж лавного конвейера, крепи сопряжения и комплекса, транспортирование их в новую лаву. При необходимости осуществляется ремонт либо замена секций крепи. Аналогично формируется ТС МДР в подготовительном забое. При проведении МДР в выработках, оснащенных конвейерами, используются самоходное оборудование с обеспечением погрузочно-разгрузочных работ только на узлах сопряжения магистральных выработок и в камерах размещения электроприводов. Схема транспортирования основных узлов и агрегатов увязана с технологическими схемами подготовки, отработки и транспорта в шахте. Порядок осуществления монтажа обо-

рудования в лаве определяется следующим образом: доставка секций крепи по вентиляционной выработке лавы, спуск ее до сопряжения лавы с конвейерным штреком, установка секций, монтаж гидравлической системы, приведение секций в рабочее состояние, монтаж лавного конвейера, крепи сопряжения монтаж комбайна.

Использование на шахтах ФРГ на процессах МДР высокопроизводительных машин, например, SLT14S (изготовитель – фирма «Герман-Паус») позволило сократить трудоемкость работ в 1,7 раза. Разработана организация работ и имеется опыт использования на шахте «Распадская» самоходных средств механизации МДР фирм «Eimco» и «Petitto». Однако технологические схемы вскрытия и подготовки выемочных полей, принятые в России и Казахстане на подземных работах требуют проведения исследований по разработке прогрессивных ТС МДР. Согласно ТС МДР непосредственно на месте монтажа их проведение осуществляется последовательно с минимальным совмещением во времени, то продолжительность технологического процесса определяется трудоемкостью операций и нормативной численностью занятых на нем рабочих. Трудоемкость монтажа-демонтажа оборудования (*Трмд*) определяется сложностью и техническими характеристиками оборудования: очистного – массой комбайна, массой одной секции крепи, массой приводной головки конвейеров скребкового и ленточного, массой 1 м подвижной и неподвижной частей конвейеров; проходческого – массой комбайна, массой привода скребкового конвейера, 1 м подвижной части, массой привода ленточного конвейера, 1 м подвижной и неподвижной его частей; ленточных конвейеров (магист-

ральных) – массой и количеством приводов, массой 1 м подвижной и неподвижной частей конвейера.

Объектом исследования подсистемы монтажно-демонтажных работ в шахте (МДР) является комплекс технологического оборудования на процессах угледобычи: очистные работы, проходка горных выработок, внутришахтный транспорт. К параметрам ТСМДР относятся объём монтажа-демонтажа оборудования, число объектов монтажных (N_m), число объектов демонтажных (N_d) работ, численность звена монтажников (N_{pmd}), продолжительность работ по монтажу (t_{pm_d}), продолжительность работ по демонтажу (t_{pd_d}) по каждому элементу (объекту монтажа) d . Как и при исследовании других подсистем, расчёт параметров технологического процесса подсистемы ТСМДР основано на исследовании операций при производстве монтажа-демонтажа. Объёмы работ по подсистеме МДР могут быть выражены трудоёмкостью их выполнения (T_{pmd}), в том числе по монтажу (T_{pm}) и демонтажу (T_{pd}).

Продолжительность работ по каждому элементу подсистемы ТСМДР:

-монтаж оборудования

$$t_{pm_d} = \frac{T_{pmd_d}}{N_{pmd_d}},$$

-демонтаж оборудования

$$t_{pd_d} = \frac{T_{pdd_d}}{N_{pdd_d}}.$$

Логическая схема формирования параметров технологического процесса МДР приведена на рисунке.

Использование результатов исследований, основанных на хронометражных наблюдениях за работой

монтажных бригад, а также нормативных материалов процесса МДР позволили установить закономерности формирования трудоёмкости работ по монтажу (T_{pm}) и демонтажу (T_{pd}) для технологических процессов «очистные работы»; «проведение горных выработок», а также «конвейерный транспорт», приведенные в таблице.

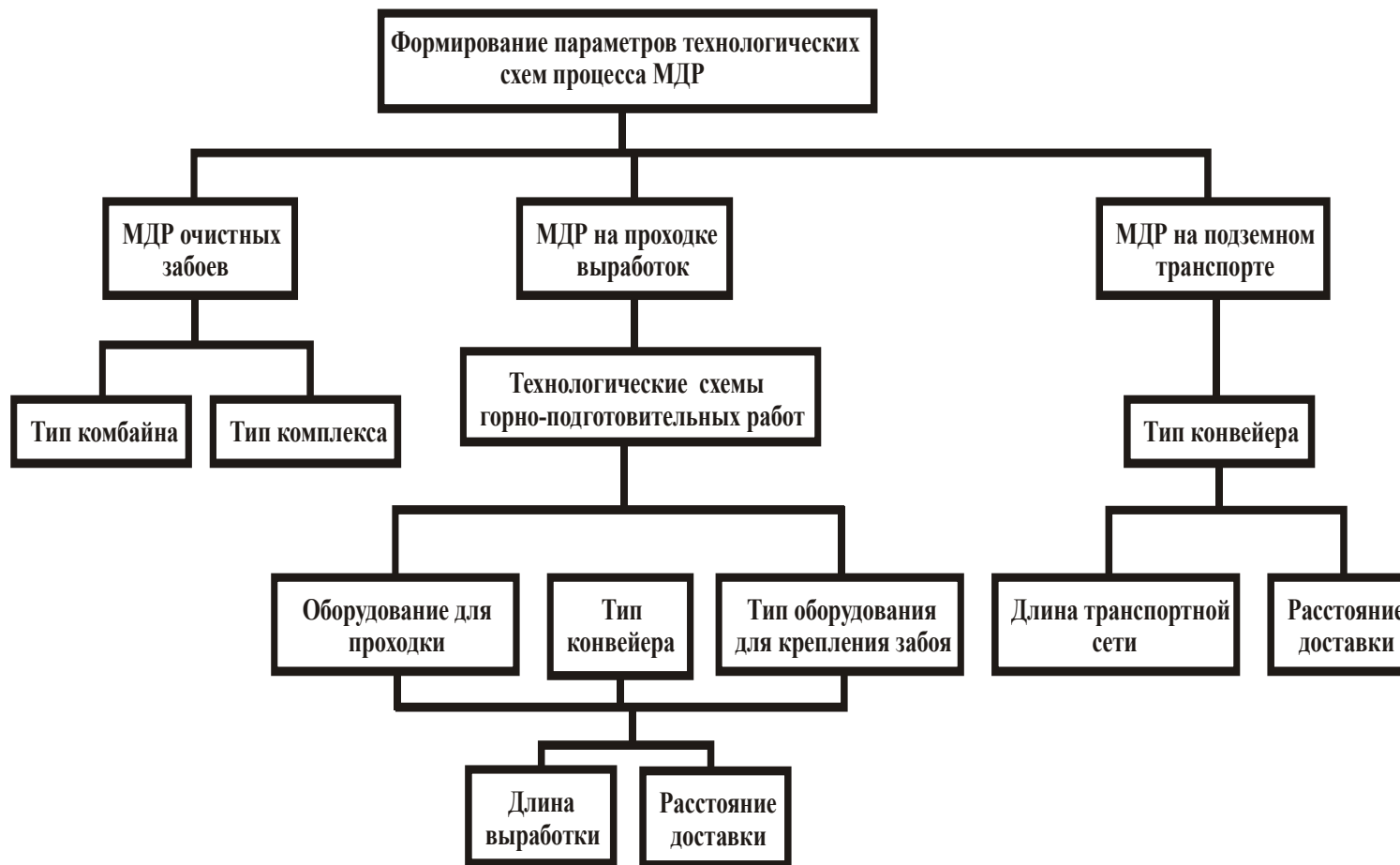


Схема формирования параметров технологического процесса подсистемы МДР

180 Трудоемкость работ по доставке, монтажу и демонтажу оборудования в шахте, чел.-смен

Наименование оборудования	Трудоемкость работ по доставке и монтажу оборудования	Трудоемкость работ по демонтажу и доставке оборудования
1. Оборудование очистных забоев		
КМ-130	$T_{pm} = 59,18 + 6,271L_{л} + 0,00025L_{л} \times L_{\delta} \times K_{\delta}$	$T_{pd} = 29,15 + 3,089L_{л} + 0,00012L_{л} \times L_{\delta}$
2УКП	$T_{pm} = 59,18 + 10,0951L_{л} + 0,0006L_{л} \times L_{\delta} \times K_{\delta}$	$T_{pd} = 29,15 + 4,972L_{л} + 0,00029L_{л} \times L_{\delta}$
Глиник, Фазос	$T_{pm} = 59,18 + 10,475L_{л} + 0,00061L_{л} \times L_{\delta} \times K_{\delta}$	$T_{pd} = 29,15 + 5,159L_{л} + 0,0003L_{л} \times L_{\delta}$
6LS3 (JOY)	$T_{pm} = 59,18 + 10,517L_{л} + 0,00081L_{л} \times L_{\delta} \times K_{\delta}$	$T_{pd} = 29,15 + 5,173L_{л} + 0,00027L_{л} \times L_{\delta}$
2. Оборудование подготовительных забоев		
ГПК, ГПКС	$T_{pm} = 1,479 + 0,0067L_{\delta} + 0,000201L_{\delta} \times K'_{\delta}$	$T_{pd} = 0,729 + 0,0033L_{\delta} + 0,0001L_{\delta}$
4ПП2	$T_{pm} = 1,678 + 0,0094L_{\delta} + 0,0002L_{\delta} \times K'_{\delta}$	$T_{pd} = 0,826 + 0,0046L_{\delta} + 0,0001L_{\delta}$
4ПП5	$T_{pm} = 1,676 + 0,0094L_{\delta} + 0,0002L_{\delta} \times K'_{\delta}$	$T_{pd} = 0,826 + 0,0046L_{\delta} + 0,0001L_{\delta}$
КСП-33	$T_{pm} = 1,713 + 0,0099L_{\delta} + 0,0002L_{\delta} \times K'_{\delta}$	$T_{pd} = 0,862 + 0,0049L_{\delta} + 0,0001L_{\delta}$
3. Оборудование конвейерного транспорта		
2ЛУ120А	$T_{pm} = 0,457L + 10^{-4} \times 0,263L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,225L + 10^{-4} \times 0,129L_{\delta} \times L_{\delta}$
2ЛУ120Б	$T_{pm} = 0,457L + 10^{-4} \times 0,156L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,225L + 10^{-4} \times 0,077L_{\delta} \times L_{\delta}$
2ЛУ120В	$T_{pm} = 0,457L + 10^{-4} \times 0,218L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,225L + 10^{-4} \times 0,1076L_{\delta} \times L_{\delta}$
2ЛБ120	$T_{pm} = 0,457L + 10^{-4} \times 0,216L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,225L + 10^{-4} \times 0,1066L_{\delta} \times L_{\delta}$
1Л100К1-02	$T_{pm} = 0,05L + 10^{-4} \times 0,088L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,024L + 10^{-4} \times 0,044L_{\delta} \times L_{\delta}$
2Л100У-01	$T_{pm} = 0,328L + 10^{-4} \times 0,214L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,161L + 10^{-4} \times 0,106L_{\delta} \times L_{\delta}$
3Л100У	$T_{pm} = 0,05L + 10^{-4} \times 0,012L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,024L + 10^{-4} \times 0,006L_{\delta} \times L_{\delta}$
2ЛТ100У	$T_{pm} = 0,05L + 10^{-4} \times 0,113L_{\delta} \times L_{\delta}$	$T_{pd} = 0,024L + 10^{-4} \times 0,055L_{\delta} \times L_{\delta}$

Для обоснования экономической эффективности принимаемых технологических решений разработана модель затрат по монтажу-демонтажу оборудования в шахте, что позволяет интегрировать ТС МДР в геотехнологическую систему шахты и дальнейшей её оптимизации. Моделирование затрат на производство работ по подсистеме «монтаж-демонтаж оборудования в шахте» (МДР) осуществлён на основе формирования технологических схем отработки выемочного поля, согласно которым осуществляется набор оборудования, принятого к монтажу или демонтажу, а также параметров технологических процессов и подсистем очистных горно-подготовительных работ, подземного транспорта и подъёма. Общая модель затрат представляет собой их сумму по монтажу (C_{mob}) и демонтажу ($C_{доб}$). Это позволяет осуществить их формирование с учётом временной динамики горных работ при разработке технолого-экономической модели шахты. Общие затраты на монтаж оборудования pI -го ($pI=1,2,\dots,P1$) объекта МДР:

$$C_{mob}_{p1} = C_{mobz}_{p1} + C_{мдм}_{p1}, \text{ ден.ед.},$$

$C_{доб}_{p1}$ - то же на демонтаж оборудования:

$$C_{доб}_{p2} = C_{добz}_{p2},$$

где C_{mobz} - затраты по заработной плате на монтаж оборудования:

$$C_{mobz}_{tip1} = kd(T_{дост}_{tip1} T_3 + T_{рм}_{tip1} T_4)$$

$C_{добz}_{p2}$ - затраты по заработной плате на демонтаж оборудования по объекту монтажа,

$$C_{добz}_{p2} = kd \times T_{рd}_{tip2} \times T_{см4},$$

$T_{дост}, T_{рм}, T_{рd}$ - трудоемкость работ соответственно по доставке, монтажу и демонтажу оборудования на одном объекте, чел-смен, (табл. 1); kd - коэффициент, характеризующий размер доплат к тарифной ставке; $C_{мдм}_{p1}$ - затраты на материалы при монтаже-демонтаже оборудования;

$$C_{мдм}_{p1} = k_{мдм} \times \sum_{z=1}^z Ц_{обz},$$

где $k_{мдм}$ - коэффициент, характеризующий долю затрат на материалы от балансовой стоимости оборудования по подсистеме [89], оборудование очистных забоев - $k_{мдм} = 0,0048$; оборудование подготовительных забоев - $k_{мдм} = 0,0045$; оборудование конвейерных линий - $k_{мдм} = 0,003$, $Ц_{обz}$ - балансовая стоимость z -го оборудования, принятого к монтажу, ден.ед.

Полученные результаты исследования были использованы при обосновании параметров геотехнологических систем шахт. **ТАБ**

Коротко об авторах

Мельник В.В. – доктор технических наук, зав. кафедрой ПРГПМ, smsu-prpm@yandex.ru
 Шулятьева Л.И. – кандидат технических наук, докторант кафедры ПРГПМ,
 Шабловский А.В. – аспирант каф. ПРГПМ,
 Московский государственный горный университет,
 Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru