

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРИЕМНОГО БУНКЕРА ДРОБИЛЬНО-ПЕРЕГРУЗОЧНОГО ПУНКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

З використанням методів імітаційного моделювання виконано дослідження з вивчення впливу на потужність комплексу циклічно-поточної технології об'єму прийомного бункера дробарно-перевантажувального пункту. Визначена максимальна, технологічно доцільна місткість прийомного бункера.

GROUND OF VOLUME OF RECEIVING BUNKER OF CRUSH-SHIFTING POINT WITH THE USE OF SIMULATION TECHNIQUES

With the use of simulation techniques research is executed from the study of influence on power of complex cyclic- stream technologies of volume of receiving bunker crush-shifting to the point. A maximal, technologically expedient, capacity is certain receiving a bunker.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Опыт применения циклично-поточной технологии в железорудных карьерах показывает, что основной причиной снижения производительности комплексов ЦПТ является периодически возникающие сбои в работе циклического и поточного звеньев ЦПТ [1]. К одному из таких сбоев относится междусменный перерыв, после которого определенное время затрачивается на установление режима движения автосамосвалов, характеризуемого минимальными очередями транспортных средств на погрузке и разгрузке. Другие периодически повторяющиеся сбои в работе ЦПТ связаны с поломками дробильного и горно-транспортного оборудования. Известно, что наиболее надежным способом снижения жесткой взаимосвязи циклического и поточного звеньев ЦПТ является создание буферных складов, располагаемых в непосредственной близости от дробильно-перегрузочных пунктов [1]. Однако в этом случае возникает потребность в дополнительном выемочно-погрузочном и транспортном оборудовании, но при этом обеспечиваются предпосылки для достижения комплексом ЦПТ высокой эксплуатационной производительности. Определенной альтернативой созданию буферных складов горные инженеры-практики считают увеличение приемной емкости бункеров дробилок крупного дробления. Однако в научно-технической литературе известно не много работ, посвященных обоснованию рационального объема приемного бункера дробилки крупного дробления.

В железорудной промышленности наибольший опыт в эксплуатации комплексов ЦПТ накоплен Ковдорским ГОКом (Россия). При строительстве и эксплуатации скального ЦПТ было апробировано множество технических решений, направленных на повышение эффективности карьерного транспорта. Однако практика не подтвердила жизнеспособность некоторых модернизаций. Так с целью повышения эффективности использования карьерных автосамосвалов было принято решение об увеличении приемной способности

бункеров дробилок ШДП-15×21 с 240т (два автосамосвала) до 600т (пять автосамосвалов). В состав скального ЦПТ входит три однотипных дробильно-перегрузочных пункта (рис 1). По проекту бункер должен был обеспечивать накопление скальной горной массы в объеме равном 12% от часовой производительности дробилки, после модернизации полезный объем бункера (рис. 2) увеличился до 60% от часовой производительности дробилки. Увеличение вместимости бункера негативно отразилось на эксплуатационной надежности пластинчатого питателя тяжелого типа 1-24-120. После наращивания бортов бункера сократился срок службы паллет (в основном по причине разрыва проушин крепления), участились случаи скручивания приводного вала питателя. Таким образом, горным производством ставится задача разработки методики обоснования рационального объема приемного бункера.

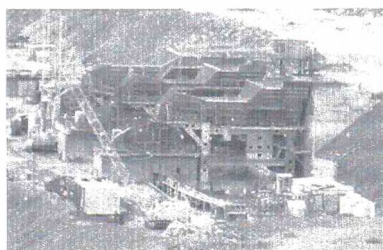


Рис. 1 – Перегрузочная площадка скального ЦПТ (три однотипных дробильно-перегрузочных пункта на базе дробилки ШДП-15×21)



Рис. 2 – Бункер-питатель дробильно-перегрузочного узла

Анализ исследований и публикаций. В работах многих исследователей [1-7] решаются вопросы совершенствования циклично-поточной технологии, отмечается влияние на технико-экономические показатели карьерного транспорта конструктивных особенностей дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП). Нормы технологического проектирования предприятий с открытым способом разработки [8] не содержат обобщения накопленного опыта и рекомендаций по выбору и обоснованию параметров ДПП. В работе [5] отмечается, что аналитический расчет рациональных параметров ДПП затруднен, обоснование параметров комплекса ЦПТ необходимо выполнять с использованием теории массового обслуживания, формулируются основные принципы взаимодействия циклического и поточного звеньев комбинированного транспорта, но результаты исследования по установлению рациональных параметров приемного бункера ДПП с использованием теории массового обслуживания не приведены. В работе [6] с применением методов имитационного моделирования оптимизируется эксплуатационная производительность существующего комплекса ЦПТ в угольном карьере “Pljevlja” (Югославия).

Одним из предположений исследователей было существование зависимости производительности комплекса ЦПТ от объема приемного бункера. Однако в ходе исследования это предположение не было подтверждено. Исследования проводились для бункеров емкостью 150 м^3 (существующий бункер), 200 м^3 и 250 м^3 . Только при увеличении объема бункера до 250 м^3 наблюдался незначительный рост суточной производительности системы (с $33,387\text{ тыс. м}^3$ до $34,362\text{ тыс. м}^3$). То есть увеличение объема бункера на 100 м^3 (67%) привело к росту производительности на 3%. Другие аспекты системы «бункер-дробилка» не исследовались. Таким образом, задача обоснования рациональных параметров ДПП комплексов ЦПТ железорудных карьеров является своевременной и актуальной.

Постановка задачи. Целью работы является разработка методики имитационного моделирования экскаваторно-автомобильного комплекса и дробильно-перегрузочного пункта циклично-поточной технологии для решения задач обоснования рациональных параметров ДПП в конкретных горно-технических условиях.

При выполнении работы решали следующие задачи:

- разработка методики моделирования работы дробильно-перегрузочного пункта и экскаваторно-автомобильного комплекса;
- разработка и программная реализация компьютерной имитационной модели работы дробильно-перегрузочного пункта и карьерных автосамосвалов;
- выполнение исследований с использованием разработанной имитационной модели;
- анализ результатов моделирования и определение рациональных параметров дробильно-перегрузочного пункта.

Изложение материала и результаты. Ключевым элементом, обеспечивающим передачу потока горной массы от циклического звена (автотранспорт) на поточное звено (подъемный конвейер), является дробильно-перегрузочный пункт. Снижение жесткой взаимосвязи двух смежных звеньев циклично-поточной технологии обеспечивается системой емкостей, аккумулирующих как недробленую горную массу перед механическим дроблением, так и горную массу, прошедшую механическое дробление. Конструктивные параметры дробильно-перегрузочного пункта во многом определяют технико-экономические показатели комбинированного карьерного транспорта. С одной стороны, выбор перегрузочного пункта с недостаточным объемом бункера и малым количеством мест разгрузки автосамосвалов приводит к росту затрат на автомобильный транспорт. С другой стороны, увеличение количества мест разгрузки автосамосвалов и объема бункера приводит к увеличению затрат на дробильно-перегрузочный комплекс, но в то же время создает благоприятные условия для эксплуатации автосамосвалов. Задачу оптимизации параметров дробильно-перегрузочного пункта невозможно решить, опираясь только на инженерный расчет технологического транспорта. Исследование совместной работы карьерного автотранспорта и дробильно-перегрузочного пункта методами имитационного моделирования для различных горно-

технических условий, возможных в период эксплуатации рассматриваемого перегрузочного пункта, позволяет повысить обоснованность и достоверность проектных решений по развитию горно-транспортной системы глубоких карьеров.

С целью исследования влияния объема бункера перед дробилкой крупного дробления на работу сборочного автотранспорта была построена следующая имитационная модель (рис. 3). Имеется бункер емкостью V_B (т) и дробилка крупного дробления с максимальной производительностью Q (т/час). Директивно задана требуемая сменная производительность комплекса ЦПТ — $Q_{цпт}$ (т/смена). Одновременно в бункер дробилки может разгружаться k автосамосвалов с фактическим весом горной массы в кузове V_A (т). Для заданного расположения экскаваторов ($i=1 \dots n_3$) в рабочей зоне известны расстояния r_i (м) транспортирования горной массы от каждого из них до дробильно-перегрузочного пункта. Теоретически определены время рейса t_i и количество автосамосвалов n_{Ai} , необходимых для обслуживания каждого из n_3 экскаваторов, участвующих в формировании элементарных грузопотоков от экскаваторов к дробильно-перегрузочному пункту. На основе обработки статистических данных карьера-аналога установлена функция распределения времени рейса автосамосвалов. С интервалом времени t_{ij} , прошедшим с момента последней разгрузки, j -й автосамосвал вновь прибывает от i -го экскаватора на дробильно-перегрузочный пункт и становится в очередь на разгрузку. При подходе его очереди на разгрузку и в случае наличия свободного места в бункере автосамосвал разгружается. В противном случае он ожидает, пока дробилка не переработает из бункера необходимый объем горной массы, и свободная емкость бункера не станет достаточной для его разгрузки. После этого j -й автосамосвал вновь направляется в забой i -го экскаватора. В процессе моделирования рассматривалась совместная работа $\sum_{i=1}^{n_3} n_{Ai}$ самосвалов по обслуживанию дробильно-перегрузочного пункта.

В общем случае, дробильно-перегрузочный пункт можно характеризовать двумя параметрами: емкостью приемного бункера и производительностью дробилки. Практический интерес представляет установление долевого влияния на производительность дробильно-перегрузочного пункта емкости бункера и производительности дробилки. При моделировании объем бункера изменялся от V_A до $10 V_A$.

С использованием разработанной в системе GPSS имитационной модели (рис. 3) работы карьерного автотранспорта и дробильно-перегрузочного пункта ЦПТ выполнены исследования по определению рациональных параметров дробильно-перегрузочного пункта на основе следующей технологической ситуации: два экскаваторных забоя расположены от ДПП на расстоянии 2,3 км и 3,8 км, соответственно. Было рассмотрено два варианта с различной директивно заданной, теоретической производительностью автотранспортного комплекса циклично-поточной технологии: 19,4 тыс.т/смену (случай 1) и 40,1 тыс.т/смену (случай 2). Для каждого из вариантов был выполнен в соот-

ветствии с общепринятыми в горной промышленности методиками [8] расчет потребного количества автосамосвалов, обеспечивающих выполнение заданной производительности. В то же время, в каждом из вариантов рассматривались подварианты оснащения дробильно-перегрузочного пункта дробилками различной производительности. Диапазон изменения производительностей дробилок в подвариантах варьировал от 500 т/ч до 5000 т/ч. Нижний предел производительности дробильной установки не может обеспечить целевую производительность комплекса ЦПТ (несмотря на наличие потребного количества автосамосвалов), в то же время верхний предел диапазона рассмотренных производительностей дробилок превышает минимально-необходимое значение, обеспечивающее в целом плановую работу автомобильно-конвейерного транспорта. Кроме этого, в рассмотренных вариантах комплектации дробильно-перегрузочного пункта дробилками различной производительности выполнялась оценка влияния на работу сборочного автотранспорта и дробильно-перегрузочного пункта объема приемного бункера дробилки (полезный объем бункера изменялся в диапазоне от 130т до 1200т). Результаты имитационного моделирования приведены в таблице 1 (случай 1 – теоретическая производительность комплекса ЦПТ 19,4 тыс.т/смену (1,6 тыс.т/час), случай 2 – 40,1 тыс.т/смену (3,3 тыс.т/час)). В выполненном исследовании распределение времени движения и погрузки автосамосвалов изменялось по равномерному закону.

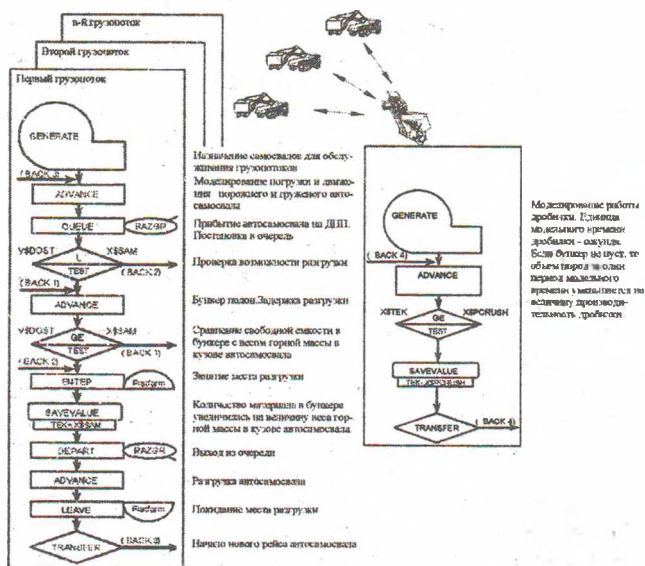


Рис. 3 – Принципиальная схема имитационной модели работы ДПТ

Рассмотрим работу дробильно-перегрузочного пункта со сменной теоретической производительностью автотранспортного комплекса 19,4 тыс.т/смену (случай 1). Горная масса доставляется автосамосвалами грузоподъемностью 120 т из двух забоев, расположенных на расстоянии 2,3 км и 3,8 км. Средняя скорость движения автосамосвала 18 км/час. Погрузка автосамосвалов в забоях осуществляется экскаваторами ЭКГ-8И. Сменное задание на первый забой составляет – 8,2 тыс. т/смену; на второй забой – 11,2 тыс. т/смену. Для обеспечения заданной производительности дробильно-перегрузочного пункта первый забой необходимо обеспечить двумя автосамосвалами, а второй – четырьмя автосамосвалами. При этом техническая производительность одного автосамосвала в первом забое составит – 4,1 тыс. т/смену, а во втором – 2,8 тыс. т/смену.

Анализ результатов имитационного моделирования (табл. 1, рис. 4-6) показывает, что определяющее влияние на эксплуатационную производительность ЦПТ оказывает производительность дробилки. При производительности дробилки, меньшей, чем 62% от целевой производительности комплекса ЦПТ, величина полезного объема бункера не оказывает влияния на эксплуатационную производительность комплекса ЦПТ. В то же время, при производительности дробилки 1500 т/ч (92% от теоретической производительности комплекса ЦПТ) полезный объем бункера имеет значительное влияние. Так, при полезном объеме бункера 130т эксплуатационная производительность комплекса составляет 82,3% от теоретической, при 240т – 86,9%, а при 360 т – 87,6%. Дальнейшее увеличение полезной емкости бункера не сопровождается существенным увеличением эксплуатационной производительности комплекса ЦПТ. Максимальный эффект от емкости бункера наблюдался при производительности дробилки 2000 т/час (124% от теоретической производительности комплекса ЦПТ). В этом случае бункер 130т обеспечивает производительность на уровне 89,3% от теоретической производительности, бункеры 240-360т — 93%, 480-1200т — 95%). По мере дальнейшего увеличения производительности дробилки от 2500 т/час до 5000 т/час (от 155% до 309% от теоретической производительности комплекса) влияние полезного объема бункера на эксплуатационную производительность комплекса снижается от 4% (2500т/час) до 1% (4500-5000 т/час).

Таким образом, результаты имитационного моделирования работы комплекса ЦПТ с теоретической производительностью 19,4 тыс.т/смену позволяют констатировать, что критическим (полезным) объемом бункера является 240-360т (грузоподъемность не менее двух автосамосвалов). При насыпной плотности горной массы $2,0 \text{ т/м}^3$ это соответствует объему 120-180 м^3 . В случае существования ограничения по возможной производительности дробилки, увеличение объема бункера не приведет к существенному росту производительности комплекса ЦПТ, но существенно усложнит и удорожит бункер и питатель дробилки.

Рассмотрим второй случай (директивная производительность цикличного звена ЦПТ 40,1 тыс.т/смену). Горная масса доставляется автосамосвалами

грузоподъемностью 120 т из двух забоев, расположенных на расстоянии 2,3 км и 3,8 км. Сменное задание на первый забой составляет – 20,6 тыс. т/смену; на второй забой – 19,5 тыс. т/смену. Для обеспечения заданной производительности первый забой необходимо обеспечить пятью автосамосвалами, а второй – семью автосамосвалами.

Таблица 1 – Результаты имитационного моделирования

Q, т/ ч	V _{Б.Т}	Q _{дп} , тыс.т/смена		V _{Б.Т}	Q _{дп} , тыс.т/смена	
		Ср. длина очереди, шт			Ср. длина очереди, шт	
		Случай 1	Случай 2		Случай 1	Случай 2
500	130	5.734/3.945	5.734/9.310	480	5.734/3.802	5.734/9.182
1000		11.417/2.078	11.468/7.690		11.417/1.947	11.468/7.581
1500		15.971/0.664	17.125/6.014		17.005/0.289	17.125/5.957
2000		17.331/0.284	22.713/4.397		18.562/0.001	22.713/4.280
2500		17.660/0.190	28.261/2.770		18.360/0.001	28.261/2.643
3000		17.984/0.153	33.281/1.362		18.331/0.000	33.850/1.036
3500		18.220/0.104	35.651/0.677		18.720/0.001	37.803/0.040
4000		18.050/0.094	35.909/0.558		18.487/0.001	37.905/0.016
4500	240	18.360/0.054	36.925/0.356	600	18.600/0.002	37.903/0.021
5000		18.251/0.053	36.756/0.274		18.442/0.000	37.560/0.011
500		5.734/3.893	5.734/9.317		5.734/3.652	5.734/9.243
1000		11.417/2.035	11.468/7.732		11.417/1.971	11.468/7.544
1500		16.856/0.452	17.125/5.868		17.005/0.248	17.125/5.768
2000		18.079/0.127	22.713/4.415		18.562/0.001	22.713/4.181
2500		18.120/0.034	28.261/2.754		18.360/0.001	28.261/2.624
3000		18.239/0.012	33.811/1.144		18.331/0.000	33.850/1.007
3500	360	18.240/0.015	36.285/0.380	120 0	18.720/0.001	37.597/0.034
4000		18.479/0.006	37.051/0.181		18.487/0.001	38.075/0.011
4500		18.513/0.008	37.351/0.122		18.600/0.002	37.920/0.015
5000		18.360/0.005	37.596/0.071		18.442/0.000	37.560/0.011
500		5.734/3.818	5.734/9.280		5.734/3.524	5.734/9.132
1000		11.417/2.063	11.468/7.513		11.417/1.753	11.468/7.356
1500		16.988/0.336	17.125/5.899		17.005/0.078	17.125/5.587
2000		18.031/0.013	22.713/4.259		18.562/0.001	22.713/4.039
2500	360	18.348/0.004	28.261/2.697	120 0	18.360/0.001	28.261/2.433
3000		18.331/0.000	33.850/1.066		18.331/0.000	33.850/0.847
3500		18.323/0.004	37.391/0.102		18.720/0.001	37.606/0.015
4000		18.487/0.001	37.661/0.100		18.487/0.001	38.075/0.011
4500		18.600/0.002	37.960/0.026		18.600/0.002	37.920/0.015
5000		18.442/0.000	37.560/0.012		18.442/0.000	37.560/0.011

При способности автомобильного транспорта обеспечить более высокую производительность, чем дробильная установка, объем бункера не оказывает

никакого влияния на производительность дробильно-перегрузочного пункта. Она лимитирована максимальной производительностью установленной дробилки (рис. 4,6). Так, при способности автомобильного транспорта вывезти до 40 тыс.т/смену и производительности дробилки до 2500т/час (75% от теоретической производительности автотранспортного комплекса) объем бункера не оказывает влияния на производительность. При производительности дробилки 3000 т/час наблюдается незначительное различие в производительностях дробильно-перегрузочных пунктов, оснащенных бункерами 130т и 1200т.

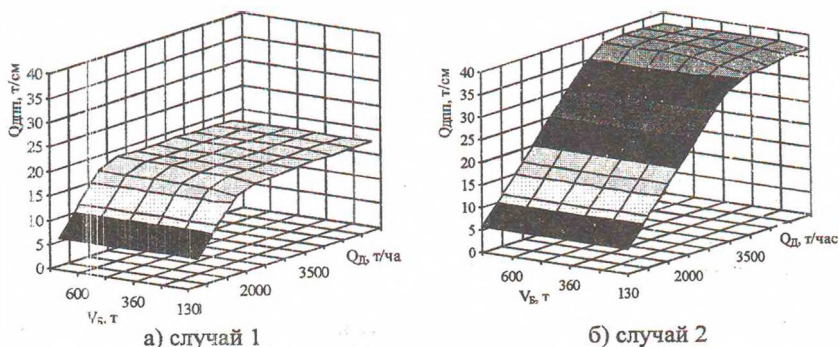


Рис. 4 – Эксплуатационная производительность ДПП (т/см) как функция двух переменных: производительности дробилки Q_D (т/час) и полезной емкости бункера V_B (т).

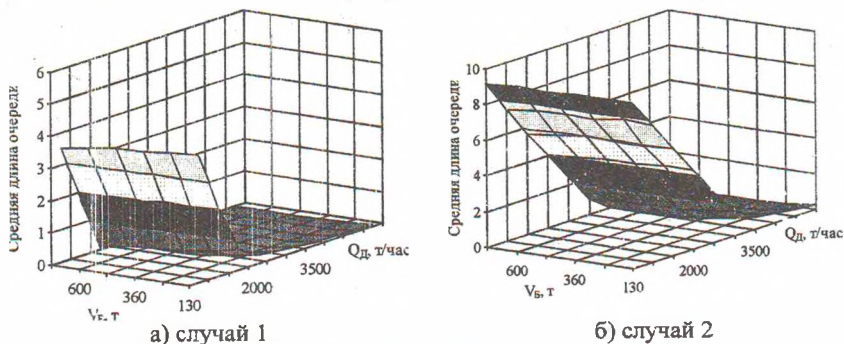


Рис. 5 – Средняя длина очереди автосамсвалов на разгрузку как функция двух переменных: производительности дробилки Q_D (т/час) и полезной емкости бункера V_B (т).

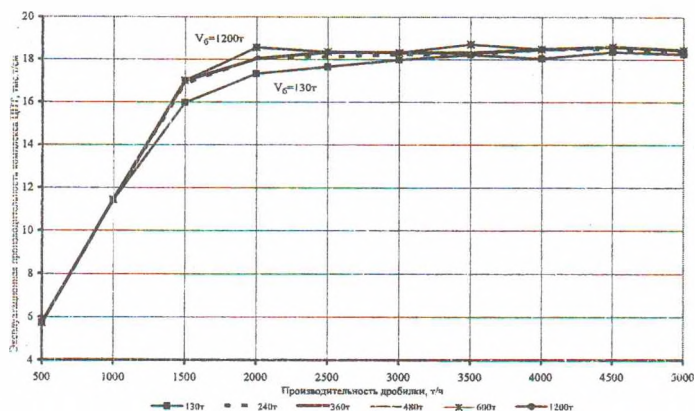
Максимальное влияние объема бункера на производительность дробильно-перегрузочного пункта наблюдается в диапазоне производительностей дробилок 3500-4000т/час. При дальнейшем увеличении производительности дробилки влияние объема бункера на производительность ДПП снижается и можно предположить, что при производительности 6000 т/час и более будет

наблюдаться эффект, аналогичный диапазону производительностей до 2500 т/ч – объем бункера не влияет на производительность дробильно-перегрузочного пункта. Дальнейшее увеличение производительности будет лимитировано производительностью автотранспортного комплекса. Анализируя участок максимального влияния объема бункера (3500-4000т/ч), следует отметить, что на производительность дробильно-перегрузочного пункта дальнейшее увеличение объема бункера имеет незначительное влияние. Разница во влиянии на производительность ДПП бункеров объемом от 360т до 1200т не превышает 1%. По мере роста производительностей дробилок линии, представляющие на графиках (рис. 6б) варианты с бункерами, превышающими 360 т, сближаются. И при производительности 5000т/ч существует два крайних варианта – линия, характеризующая бункер 130т, и совокупность линий, представляющих бункера от 240т до 1200т.

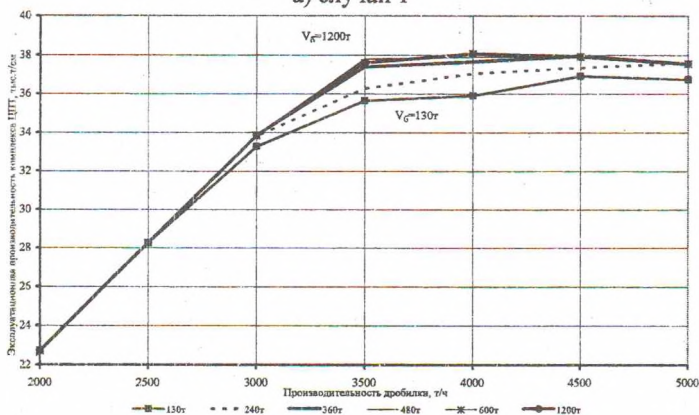
Таким образом, установлено, что увеличение полезного объема бункера свыше 360т не приводит к существенному росту производительности ДПП, но будет сопровождаться ростом капитальных затрат на ДПП. В то же время, использование бункера менее 240т при производительности дробилки 3000-4500т/час уменьшает эксплуатационную производительность ДПП.

Выводы и направления дальнейших исследований. В ходе имитационного моделирования определены условия, при которых объем бункера оказывает максимальное влияние на производительность комплекса циклично-поточной технологии. Наибольший эффект наблюдается при полном использовании конструктивных параметров дробилки. В этом случае рациональная полезная емкость приемного бункера равна фактической грузоподъемности трех автосамосвалов. Дальнейшее увеличение вместимости бункера не сопровождается ростом производительности ДПП. В случае, если фактическая производительность дробилки существенно превышает производительность ДПП, объем бункера может быть ограничен двумя самосвалами. Наибольшее влияние на уменьшение возможной производительности ДПП оказывает бункер вместимостью, равной грузоподъемности одного автосамосвала. Однако эффективность этого варианта может быть повышена за счет низкой стоимости бункера и возможности его изготовления в мобильном исполнении.

Использование имитационного моделирования для оценки устойчивости и надежности работы горно-транспортных систем позволяет повысить обоснованность управленческих и проектных решений. В дальнейших исследованиях будет рассмотрен случай с объединением элементарных грузопотоков в один или несколько сходящихся грузопотоков с учетом совместного влияния автосамосвалов на производительность друг друга и производительность дробильно-перегрузочного пункта. Эти исследования будут базироваться на комплексе статистических моделей, отражающих эксплуатационные показатели экскаваторов, автосамосвалов и оборудования дробильно-перегрузочных пунктов.



а) случай 1



б) случай 2

Рис. 6 - Зависимость эксплуатационной производительности комплекса ЦПТ от производительности дробилки для ДПП с различным объемом бункера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах / А. Г. Шапарь, В. Т. Лалко, С. М. Новосжилов, Н. И. Кучерский, О. Н. Мальгин; Под ред. В.Т. Лашко. / Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины / Днепропетровск: Поліграфіст. — 2001. — 138с.
2. Открытая разработка железных руд Украины: состояние и пути совершенствования / Дриженко А.Ю., Козенко Г.В., Рыкус А.А. — Полтава: Полтавський літератор, 2009. — 452 с.
3. Четверик М.С. Вскрытие горизонтов глубоких карьеров при комбинированном транспорте. - К.: Наук. думка, 1986. — 188с.
4. Surface Mining (2nd edition), Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 1990.
5. Чиркин А.А., Кантемиров В.Д. Оптимизация параметров площадок для размещения передвижных

6. Kolonja B., Stanic R., Hamovic J. Simulation of in-pit crushing system using AutoMod // 19th World Mining Congress – New Delhi (India), 2003. – P.517-531

7. Слободянюк В.К., Максимов И.И. Особенности оптимизации технологических схем циклично-поточной технологии // Збірник наукових праць НГУ № 34, Том 2 – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2010.–С. 42-53.

8. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин/Частина друга. Відкриті гірничі роботи. СОУ-Н МПП 73.020-078-2:2008. В двох томах./ Голярчук М.Г., Каїтка В.І., Воробйов А.І., Волошин П.І., Токарев Л.А., Демченко І.Т., Сиркіна Т.П.-Кривий Ріг: "Мінерал" 2008.-714с.

УДК 622.452

Н.Ф. Кременчуцкий, д.т.н., проф.,
О.А. Муха, к.т.н., доц.,
Е.В. Столбченко, асист.
(НГУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В ИСХОДЯЩЕЙ СТРУЕ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ

Викладена методика визначення концентрації метану на вихідному струмені шляхом рішення диференціальних рівнянь.

ETERMINATION OF CONCENTRATION METHANE IS IN OUTGOING STREAM OF DEADLOCK MAKING

The method of determination concentration methane is expounded on an outgoing stream by the decision of differential equalizations.

Введение. В настоящее время проектирование систем вентиляции тупиковых выработок осуществляется согласно [1]. Расход воздуха для проветривания подготовительной выработки определяется: по газовому фактору; по газам, выделяющимся при взрывных работах; по числу людей; по тепловому фактору и минимально допустимой скорости движения воздуха. Согласно ПБ [1] концентрация метана в исходящей струе тупиковой выработки не должна превышать 1%.

После определения необходимого количества воздуха производится расчет потерь давления в вентиляционном трубопроводе и осуществляется выбор типа вентилятора местного проветривания и режима его работы.

В тех случаях, когда принимается расход воздуха не по газовому фактору, возникает необходимость определения концентрации метана в исходящей струе тупиковой выработки на этапе проектирования. Это обусловлено тем, что может возникнуть необходимость последовательного проветривания двух тупиковых выработок, проводимым по угольным пластам.

Целью данной работы является разработка методики определения концентрации метана в исходящей струе тупиковой выработки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: