© П.И. Пахомов, Т.Ю Каплина, 2006

УДК 338.4

П.И. Пахомов, Т.Ю Каплина

ВЕСОВОЙ КОНТРОЛЬ ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Семинар № 20

Весовой контроль большегрузных автомобилей осуществляется классическим способом, т. е. на пункте установлены контрольные весы, которые работают по следующей схеме: ось наехала, вес «успокоился», измерили. Затем выполняют математический расчет (суммирование) всех рейсов за определенный период (смену, неделю, месяц). Неточность, трудоемкость этого метода очевидна.

Существуют и разрабатываются новые способы весоизмерительного контроля.

Ниже рассмотрен способ автоматизированного контроля с помощью встроенного взвешивающего устройства. Оно разработано Ленинградским горным институтом и Гидроуглеавтоматизацией для автосамосвалов БелАЗ грузоподъемностью до 180 т. Принцип работы основан на изменении давления газо-масляной смеси в полостях цилиндров пневмогидравлической подвески, изменяющегося в зависимости от массы груза в кузове автосамосвала. Взвешивание груза может, осуществляется как в неподвижном, так и в движущемся автосамосвале.

Структурная схема встроенного взвешивающего устройства показана на рис. 1. Датчики давления специальными переходниками подсоединяются непосредственно к заправочным штуцерам цилиндров пневмогидравлической подвески. Обратные клапаны заправочных штуцеров находятся в открытом состоянии и газо-масля-ная смесь под давлением $p_{п.л}$, $p_{п.п}$, $p_{з.л}$,$p_{з.п}$ из полостей цилиндров подвески постоянно поступает в датчики давления. Сигналы от датчиков давления в виде напряжения постоянного тока суммируются в вычислительном блоке. Суммарный сигнал с выхода блока индицируется в единицах массы груза на цифровом табло пульта управления. К выходу вычислительного блока подключены также два идентичных блока фонарей, каждый из которых содержит по четыре сигнальных лампы.

Питание встроенного устройства осуществляется от бортовой сети автосамосвала через блок питания, который вырабатывает постоянные и переменные напряжения, необходимые для питания датчиков давления, аналоговых и цифровых микросхем, а также элементов индикации.

В настоящее время специалистами компании «Техно-Санкт-Петербург» разработан и внедрен проект пунктов весового контроля, где взвешивание производится в движении со скоростью 5-10 км/ч. При этом автоматически снимается вся информация о весе грузовых транспортных средств, количестве осей и нагрузке на каждую ось.

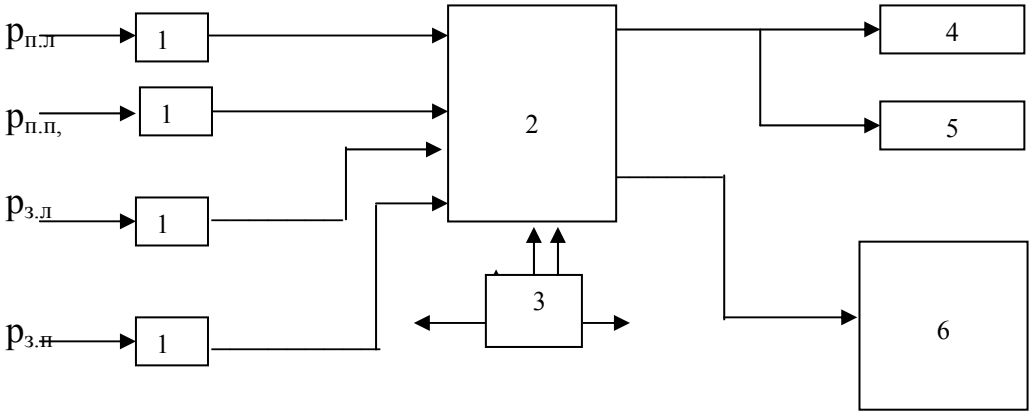

Рис. 1. Структурная схема встроенного взвешивающего устройства: *1* – датчик давления, *2* – вычислительный блок, *3* – блок питания, *4, 5* – блок фонарей, *6* – цифровой пульт управления, $p_{п.л}$, $p_{п.п}$, $p_{з.л}$,$p_{з.п}$ - давление газосмеси в передних (п) и задних (з) полостях левого (л) и правого (п) цилиндров подвески, Па

Разработанная информационная система обеспечивает сбор, обработку и хранение информации, управление внешними устройствами – светофорами и шлагбаумами, кассовыми и аппаратами, печать протоколов взвешивания.

В качестве программной платформы – SOL сервер Sybase. Оператор вводит в информационную систему номер и тип транспортного средства, документальные сведения о перевозчике груза. Для крупных перевозчиков планируется использовать магнитные карты с предоплатой, что ускорит процедуру оформления.

Логическая сеть выполнена на витой паре, а внешнее подключение терминала - оптическим кабелем.

Единый автоматический контроль разработан специалистами на основе процессора Z-World.

Весовое оборудование «Меттлер Толедо» поставила фирма «Геовес», специалисты этой фирмы – весовой терминал(контроллер) Jaguar – разработали модуль, определяющий межосевое расстояние, скорость движения и вес транспортного средства. Обработка информации со всех четырех весовых датчиков занимает не более 10 с.

Сейчас в этой системе функционирует 4 рабочих места и установлено 6 компьютеров, один - сервер.

Необходимость создания малогабаритного автоматического весоизмерительного устройства (АВИУ) для пунктов весового контроля грузов, перевозимых по территории Кыргызстана через мосты, туннели, автомагистрали, диктуется также и постановлением правительства К.Р.(2)

В весоизмерительной технике существует тенденция к созданию электрических весоизмерительных систем с магнитоупругими преобразователями (датчиками), в которых (в отличие от механических и электромеханических систем) практически не происходит перемещений рабочих органов, способных работать в сложных условиях эксплуатации при значительных колебаниях температуры, влажности, запыленности окружающей среды и пр. Такие системы компактны, позволяют осуществлять дистанционное измерение массы груза, перевозимого автотранспортными средст-

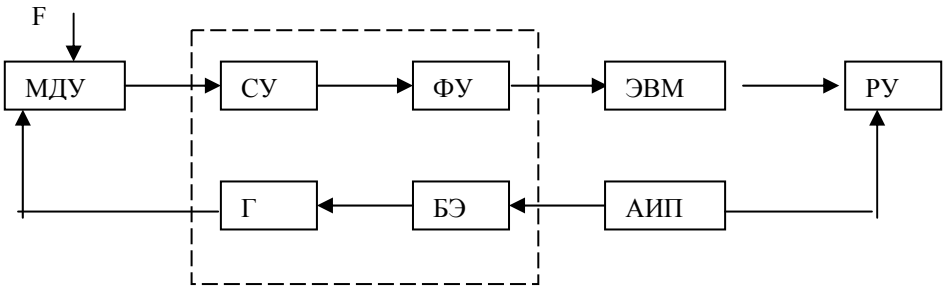

Рис. 2. Структурно-функциональная схема автоматического весоизмерительного устройства (АВИУ): F - осевое усилие автотранспорта; МДУ - магнитоупругий преобразователь (датчик) усилий; БЭ - блок электроники; Г- генератор; СУ - согласующее устройство; ФУ - формирующее устройство; ЭВМ - электронная вычислительная машина; РУ - регистрирующее устройство; АИП - автономный источник питания

вами, и обеспечивают возможность полной автоматизации процесса взвешивания.

Для указанных выше целей предлагается экспериментальный образец малогабаритного автоматического весоизмерительного устройства АВИУ (рис. 2).

АВИУ позволяет выполнять следующие операции: раздельное и (или) суммарное определение (по осевой нагрузке) массы перевозимого груза автомобильным средством с компенсацией известной массы тары; обработку и документирование всех измеряемых параметров взвешивания с помощью ЭВМ и РУ.

Чувствительным элементом АВИУ (рис. 2) является магнитоупругий преобразователь (датчик) усилий с необходимым пределом измерения (ориентировочно 50–1000 кН), устанавливаемый на весоизмерительные платформы (рис. 3) В состав АВИУ входят две однотипные весоизмерительные платформы, устанавливаемые по колее движения автотранспорта. В качестве вторичного прибора используется дисплей вычислительной машины с регистрирующим (принтером) устройством, который совместно с блоком электроники устанавливаются в помещении оператора. АВИУ получает питание от автономного источника.

При воздействии на магнитоупругий преобразователь осевого усилия F (создаваемого массой груза, тарой автотранспорта) на его выходе появляется электрическое напряжение, пропорциональное измеряемому весу. С помощью блока электроники это напряжение преобразуется в цифровую форму сигнала, подаваемого на вход ЭВМ, в которой программными средствами производится обработка и представление (на дисплее) измерительной информации, с последующим ее документированием (распечаткой) в устройстве. При необходимости ввод известной массы тары автотранспортного средства осуществляется оператором с клавиатуры ЭВМ.

Разработанная установка АВИУ имеет следующие технические параметры:

- напряжение питания от сети или автономного источника 220(В)± 10%,50 Гц;
- потребляемая мощность – до 40 Вт;
- измеряемое осевое усилие – до 1000;
- приведенная погрешность измерения - не более 3 %;

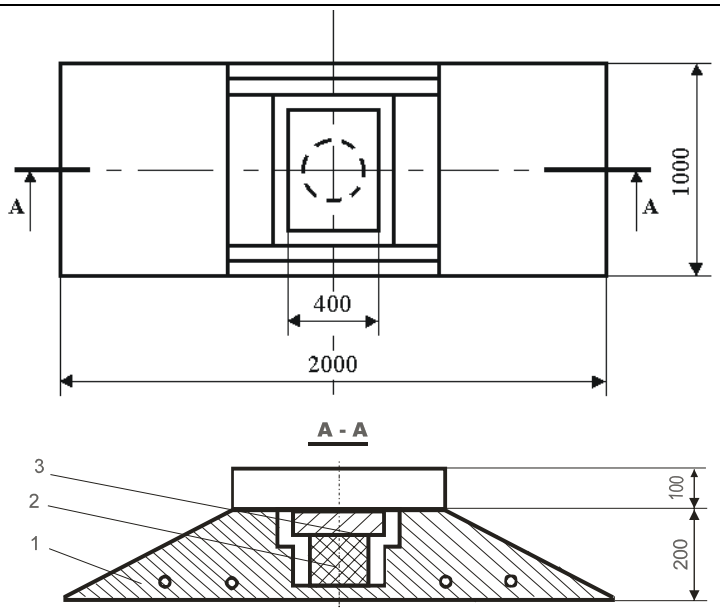

Рис. 3. Весоизмерительная платформа: *1* – основание; *2* - магнитоупругий преобразователь (датчик) усилий; *3* – плита, воспринимающая осевое усилие автотранспорта

- температура окружающей среды для МДУ – от -50 до+70 ^{0}С; для ЭБ, ЭВМ и РУ в пределах – 0–30 ^{0}С;
- габариты МДУ – 80×40×40 мм, масса – 2,5 кг;
- габариты ЭБ 250×150×100 мм, масса 5 кг;
- габариты одной измерительной платформы 2000×1000×300 мм, масса – 3000 кг.

Опыт создания и использования силоизмерительных устройств различного технологического назначения (кафедра «Физические процессы горного производства» КРСУ, лабо-ратория механики машин Институт маш НАН КР) показывает техническую возможность разработки, тиражирования весоизмерительных устройств для нужд республики и экспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сироткин З.Л.* Прогноз развития конструкций карьерных автосамосвалов особо большой грузоподъемности. Реконструкция транспортных систем глубоких карьеров//Сб. научн. тр.ИГД МЧМ СССР.- Свердловск, 1987.- Вып. 79. – с. 3-7.

2. *Соберем* налоги, сохраним дороги//Вечерний Бишкек, 18 марта, 2002.

3. *Поспелов Л.П.* Основы автоматизации производства – М.: Недра, 1988. – 232 с.

4. *Гардзши В.А., Семенов М.А.* повышение эффективности использования большегрузных автосамосвалов за счет автоматического контроля их загрузки и учета работы., Реконструкция транспортных систем глубоких карьеров//Сб. научн. тр.ИГД МЧМ СССР.- Свердловск, 1987.- Вып. 79. –с.73- 77.

Коротко об авторах

Пахомов П.И. – член корр. ИАКР, доктор технических наук, профессор КРСУ,
Каплина Т.Ю – аспирантка КРСУ.

© И.В. Деревяшкин, Л.Н. Кашпар, 2006

УДК 622.271

И.В. Деревяшкин, Л.Н. Кашпар

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОКОФОРМИРУЮЩИХ МОДУЛЕЙ В КАРЬЕРЕ

Семинар № 20

В настоящее время работа драглайнов на транспорт возможна в двух случаях: непосредственная загрузка кузова транспортного средства (емкость ковша не превышает 10 м^3) и через бункерные установки или как чаще всего говорят – бункер.

Следует различать понятия: «бункер» и «бункерная установка». Под бункером понимается собственно емкость, в которую разгружается ковш экскаватора. Бункерная установка состоит из собственно бункера, питателя, несущих металлоконструкций и движительной установки.

При обосновании основных параметров бункеров исходят из условия работы драглайна при минимальной длине пути разгрузки ковша - l_p^{min}. Минимальная длина пути разгрузки ковша определяется длиной стрелы - $l_{ст}$, углом ее наклона к горизонту - α (для расчетов принят: α = 20°÷32°) и углом подъемного каната к вертикали в момент начала разгрузки ковша - β (β = 20°), а также конструкцией упряжи ковша:

$$l_p^{min} = (l_{ст} \sin\alpha - h_p + h_n)\ \mathrm{tg}\beta, \text{ м}$$

где h_p - высота разгрузки ковша, м; h_n - высота пяты стрелы над уровнем отметки площадки уступа, м.

Как видно из рис. 1 длина пути разгрузки ковша зависит и от высоты начала разгрузки. Чем выше поднят ковш, тем меньше длина пути разгрузки, соответственно длина пути разгрузки всегда меньше минимальной ширины бункерной установки по верхнему контуру:

$$l_б^{min} < B_б^{min}, \text{ м}$$

где $B_б^{min}$ - минимально допустимая ширина бункера, м.

Для определения минимально-допустимой ширины бункера проводились эксперименты на основании которых был сделан вывод, что минимальная ширина бункера - $B_б^{min}$ должна отвечать условию:

$$B_б^{min} \geq 3B_к, \text{ м}$$

где $B_к$ - ширина ковша по внешнему контуру, м.

Максимально-допустимая (предельная) высота бункерной установки определяется предельной высотой подъема ковша, при которой начинается разгрузка ковша. Но в паспорте драглайна есть только максимальная высота разгрузки ковша. С достаточной степенью точности были определены границы начала разгрузки ковша графическим построением и показаны расчеты высоты начала разгрузки ковша драглайна (над уровнем пяты стрелы). В таблице даны сравнительные показатели различных типоразмеров драглайнов по максимальной высоте разгрузки при наклоне стрелы в 30°

Длина стрелы, м	Высота пяты над уровнем земли, м	Высота начала разгрузки ковша, м	Max высота разгрузки ковша, м	Max возможная высота бункерной установки, м	Min длина пути разгрузки ковша, м
60	2,0	12.5	22	14	13,2
70	2,5	15,0	24	17	14,0
75	2,75	16,0	32	18	14,7
80	4,5	17,0	37	21	16,2
90	5,5	19,0	37	24	17,7
100	7,0	22,0	40	29	18,9
115	7,0	25,0	52	36	21,3
125	7,0	26,0	56	40	22,0

Расчеты показали, что максимальная высота бункерных установок для работы в них драглайнов различных типоразмеров по условиям максимальной высоты разгрузки ковша колеблется в пределах 14÷40 м [2].

Высота непосредственно бункера рекомендовалась близкой к высоте начала разгрузки ковша драглайна, что вызывало необходимость сооружения весьма высокой (до 35 м), тяжелой (до 1000 т) и цельнометаллической конструкции.

Именно эти положения и ставят в тупик дальнейшие исследования технологии работы мощных драглайнов на транспорт. Поэтому авторами предлагается изменить традиционный подход к понятию бункерная установка.

Предлагаемая конструкция бункерной установки должна выполнять роль не емкости, которая способна вместить в себя большой объем, а роль конструкции *над* которой аккумулируется max возможный (из условий размеров) объем горной массы, а так же роль конструкции, из которой производится практически только выпуск разгружаемой горной массы [1].

Предлагаемая конструкция бункерной установки называется – *потокоформирующий* модуль секционной конструкции. В плане потокоформирующий

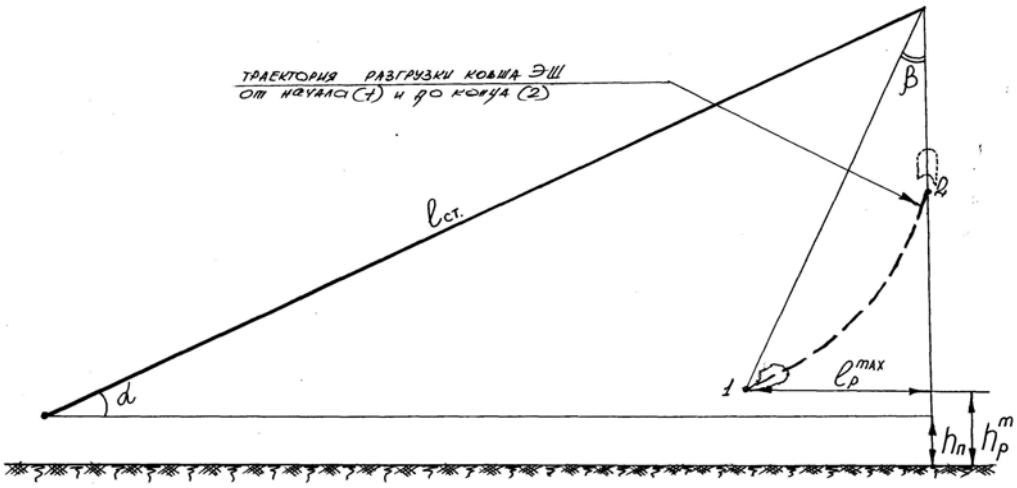

Рис. 1. К расчету длины пути разгрузки ковша драглайна

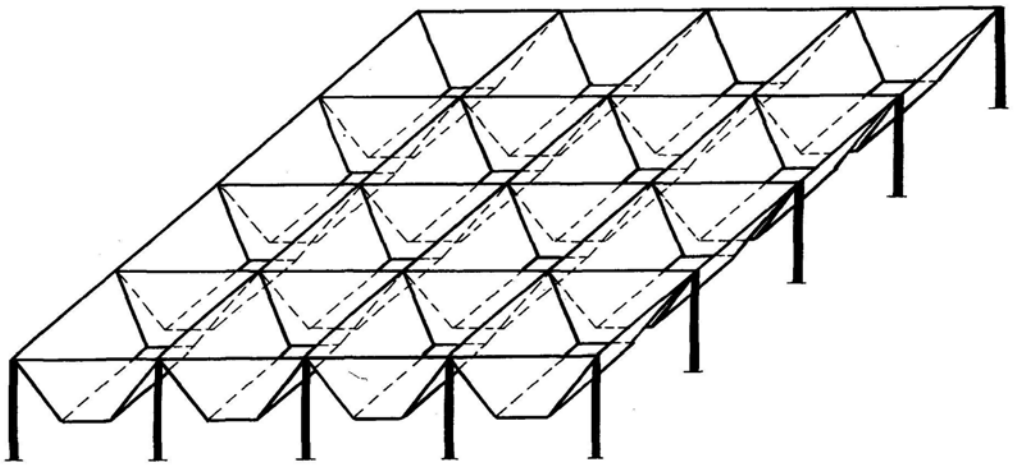

Рис. 2. Схематическое изображение потокоформирующего модуля секционной конструкции

модуль имеет необходимые технологические размеры, однако при этом его конструкция состоит из отдельных секций-ячеек (сотовая система), каждая из которых представляет собой отдельно взятый бункер (рис. 2).

При определении рациональных параметров потокоформирующего модуля необходимо учитывать фактор вместимости. Емкость собственно бункера, состоящего из секций-ячеек, будет относительно мала. Но над верхней поверхностью потокоформирующего модуля может находиться в навале и значительный объем. Рациональная высота потокоформирующего модуля принимается исходя из условия возможности визуального контроля машинистом драглайна процесса погрузки горной массы в модуль. Средняя высота расположения кабины машиниста драглайна находится на высоте 5-7 м. (принимаем высоту $h_{мод.}$=7 м).

В связи с условием принятия к расчетам потокоформирующего модуля секционной конструкции, основной объем горной массы будет находиться не внутри ячеек, а на конструкции модуля, собранного из отдельных секций, любых размеров в плане, ближе к концу пути разгрузки ковша (порода образует навал конусовидной формы, верхняя точка которого находится в конце пути разгрузки, и соответственно образует max высоту навала).

К расчетам принимаем условие, что максимальная точка навала будет центром разгрузки, а параметры потокоформирующего модуля по верху определяются исходя из условия распределения горной массы в навале. То есть будет соблюдаться условие (при условии квадратной формы верхнего основания модуля):

$$d_{нав} = 2l_p + \Delta l_p = A = B, \text{ м}$$

где $d_{нав}$ - диаметр конуса навала, м; A, B - соответственно длина и ширина верхнего основания потокоформирующего модуля, м.

Форма навала при расчетах принимается в виде конуса (рис. 3). Расчет высоты навала и его объема выражается:

$$h_{нав} = (l_{р.б.у.} + 1/2\ \Delta l_p)\ tg\varphi, \text{ м}$$

где $h_{нав}$ - высота навала, м; $l_{р.б.у.}$- длина пути разгрузки ковша драглайна, м; при

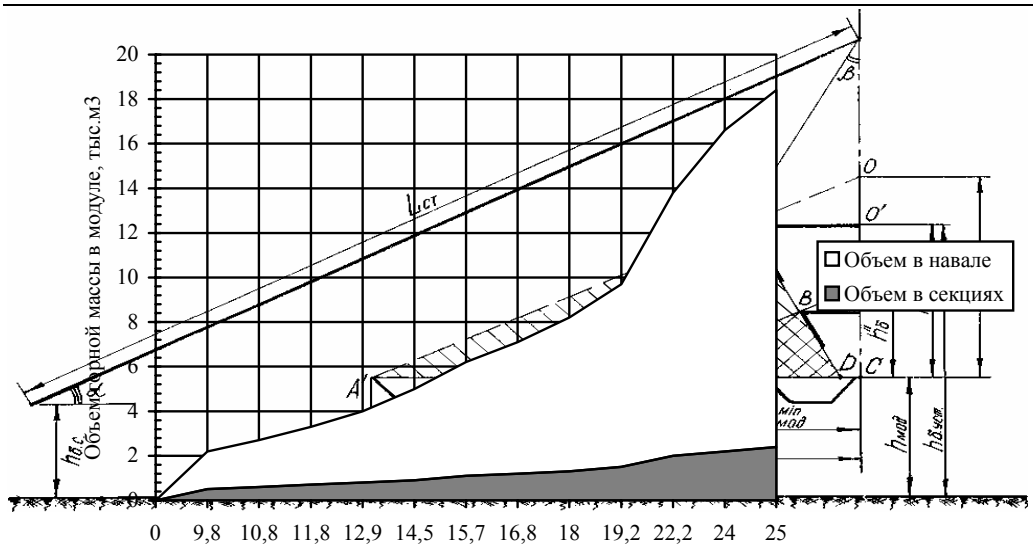

Рис. 3. К расчету максимальных параметров конуса навала при разгрузке ковша драглайна в бункерную установку и потокоформирующий модуль

Рис. 4. Показатели объемов горной массы в секциях потокоформирующего модуля и в навале (на модуле)

условии начала разгрузки на высоте 7 м ($h_{б.у.}$ = 7 *м*).

Вместе с тем максимальная высота навала может быть вычислена как разность высоты разгрузки ковша за вычетом высоты потокоформирующего модуля:

$h_{нав.мах} = h_{р.мах} - h_{мод}$, м

При этом, возможно рассчитать максимальный линейный размер стороны собираемого потокоформирующего модуля по условию максимально возможного нижнего основания конуса навала:

$R_{кон} = h_{нав.мах}\ ctg\ (90\text{-}\varphi)$, м

Учитывая, что длина пути разгрузки ковша меньше радиуса основания конуса, размеры потокоформирующего модуля должны определяться по величине $R_{кон}$. Так при $\varphi = 33°$ и высоте разгрузки ковша 28 *м*, $R_{кон}$ = 44 *м*, а при $\varphi = 70°$ $R_{кон}$ = 10,.6 м.

Исходя из указанного, следует, что предложенная принципиально новая конструкция площадного типа потокоформирующего модуля может рассчитываться или максимальным радиусом основания конуса, или определяться по максимально допустимой высоте разгрузки ковша по принятым размерам модуля в плане [1].

Наиболее полное понимание значимости применения бункеров минимальной высоты, обеспечивающей эффективную работу драглайна и транспорта следует из сравнения вместимости бункеров различной конструкции (рис. 3).

Расчеты по сопоставлению объемов показали, что навал над поверхностью потокоформирующего модуля в 4 раза больше, чем в монолитной бункерной установке.

Показатели объемов, которые размещаются в секциях и в навале потокоформирующего модуля при работе драглайнов с различной длиной стрелы представлены на рис. 4.

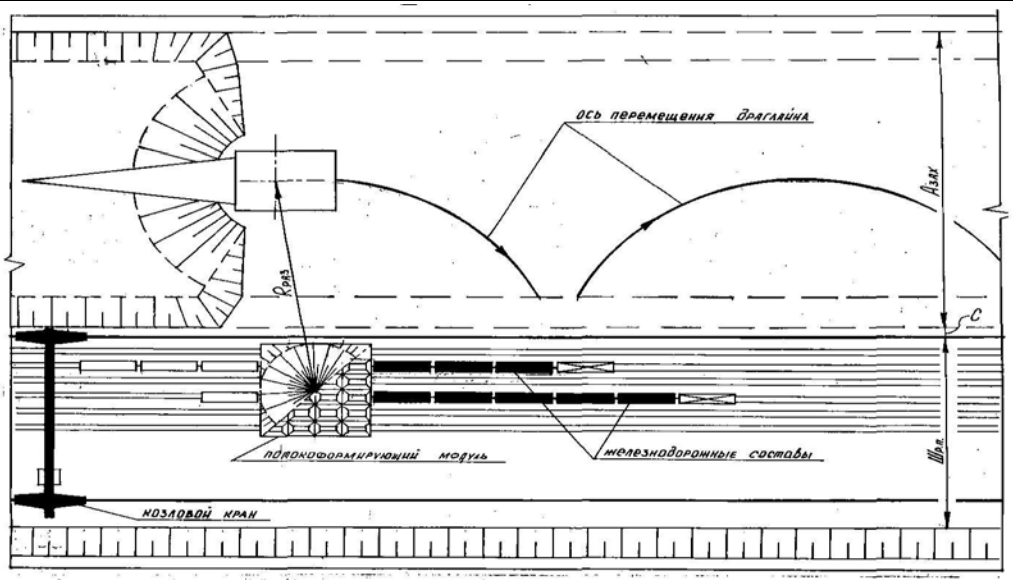

Рис. 6. Технологическая схема «драглайн-потокоформирующий модуль-железнодорожный транспорт»

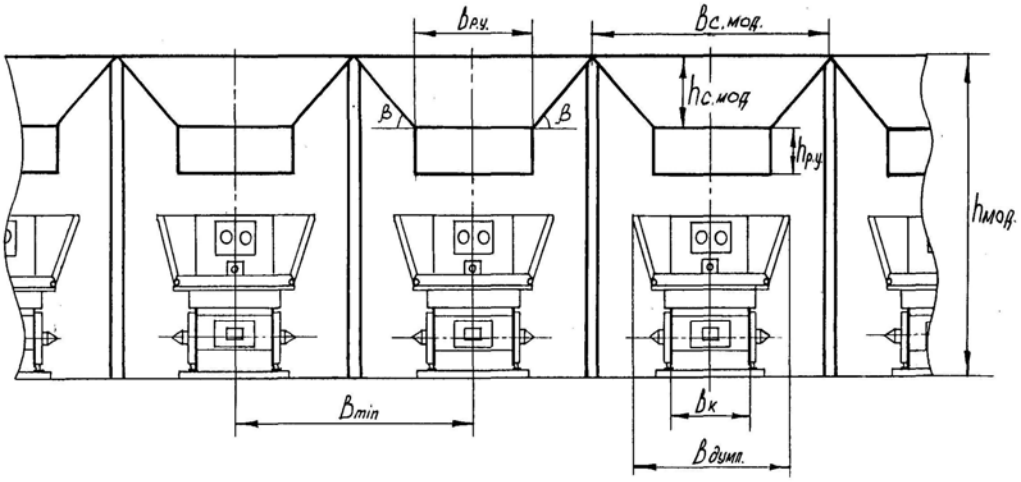

Рис. 5. Схема потокоформирующего модуля при работе на железнодорожный транспорт

Исследования показали возможность применения конструкции потокоформирующего модуля с различными видами транспорта (железнодорожного, конвейерного и гидравлического).

Принципиальная схема конструкции потокоформирующего модуля при работе на железнодорожный транспорт показана на рис. 5.

При расчетах рациональных параметров потокоформирующего модуля учитывалась длина думпкара по сцепкам, высота думпкара и возможность заполнения думпкара с “шапкой” при выгрузке горной массы с размером максимального куска 300 мм.

Секции таких же параметров могут быть использованы при гидравлическом, конвейерном и автомобильном транспорте разрабатываемой горной массы. Рассчитывать параметры пульпосмесительных устройств и гидротранспортных установок рекомендуется по методике [2].

Исследования показали, что при соответствующей организации транспорта на уступе и в карьере при погрузке на одном пути из потоко-формирующего модуля возможно максимально загрузить до 17 составов/час, состоящих из десяти думпкаров ВС-105.

Так как под потокоформирующем модулем находится от 4 до 10 путей (параметры модуля зависят от длины стрелы драглайна), то максимально возможное количество составов вывозимых из под модуля составит от 78 до 170 сост/час. С учетом объема потокоформирующего модуля отгрузку горной массы возможно производить с одного до шести путей одновременно.

Анализом статистических данных времени наработки на отказ драглайнов установлено, что средняя величина составит $t^{ср}_{отк.} = 3$ *ч.* Сопоставляя их с результатами времени загрузки потокоформирующего модуля драглайнами различных типоразмеров можно выделить их рациональные параметры (объем ковша и длина стрелы драглайна) при его работе на потокоформирующий модуль.

Определяющим фактором рациональности считаем время загрузки потокоформирующего модуля драглайном равным 3 часа. Таким образом, рациональные типоразмеры драглайнов, разрабатывающих горную массу в потокоформирующий модуль, можно считать драглайны с соотношением: $E/L_{ст}$ (15/60; 15/65; 20/70; 25/75; 30/80; 40/85; 45/90; 55/95; 65/100; 95/115; 168/125, 168/130) [1].

Принципиальная схема работы драглайна на потокоформирующий модуль при железнодорожном транспорте показана на рис. 6.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

Для обеспечения устойчивой работы драглайна на транспорт необходимо введение в технологическую линию потокоформирующего модуля (бункерную установку). Наибольший эффект достигается при монтаже модуля из стандартных секций. При этом:

- количество секций зависит от длины стрелы драглайна. Наработка на отказ драглайна и транспортного средства различных типоразмеров определяет технологическую и эксплуатационную производительность технологической схемы «драглайн-потокоформирующий модуль-транс-порт»;
- количество транспортных путей (ж.д. путь, автодорога, пульпопровод, конвейер) определяется заданной производственной мощностью оборудования на уступе. Паспортные характеристики с проектными проработками показали, что с уступа возможно вывозить до 20 тыс. м^3 горной массы в час. Расчетные объемы могут быть вывезены по двум транспортным линиям.
- применение потокоформирующего модуля секционного типа повышает вместимость по сравнению с монолитным бункером в 4 раза и упрощает организацию работ в забое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Деревяшкин И.В.* Исследование и обоснование параметров горных машин и технологии выполнения горно-капитальных работ при вскрытии перспективных карьерных полей Курской магнитной аномалии, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, РУДН, М., 2002.

2. *Кашпар Л.Н.* Обоснование технологии разработки вскрышных пород одноковшовыми экскаваторами с погрузкой на гидротранспорт, диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, УДН им. П. Лумумбы, М., 1991.

Коротко об авторах

Деревяшкин Игорь Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», Московский государственный открытый университет,

Кашпар Леонтий Николаевич – заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, Российский университет дружбы народов.