

с податливостями, определяемыми формулой (2) при $k = 2, 3$. Так применение в стыковых соединениях вместо одного двух типоразмеров скоб позволяет уменьшить величину наибольшего усилия в 1,1 – 1,25 раза, трех типоразмеров в 1,15 – 1,35 раза и соответственно увеличить несущую способность соединения на 20 % – 40 %.

Литература

1. Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент. – М.: НИИРП, 1981. – 75 с.
2. Конвейерные ленты / Ф.А. Махлис [и др.]; под общ. ред. Ф.А. Махлиса. – М.: Химия, 1991. – 169 с.
3. Соппротивление материалов / Г.С. Писаренко [и др.]; под общ. ред. Г.С. Писаренко. – Киев: Вища школа, 1973. – 672 с.
4. Малинин, Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / Н.Н. Малинин. – М.: Машиностроение, 1975. – 400 с.
5. Исследование прочности и деформативности клеевых соединений конструкционных строительных материалов / А.С. Фрейдин [и др.]; под общ. ред. А.С. Фрейдина. – М.: Стройиздат, 1975. – 71 с.

УДК 621.87

ПНЕВМОКОНТЕЙНЕРНОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Савицкий В.П., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет (г. Минск, Республика Беларусь)

При устойчивом грузопотоке сыпучих грузов на расстояние порядка 50 км. альтернативой автосамосвалам может быть двухтрубная пневмоконтейнерная установка, с использованием которой обеспечивается безусловный экономический эффект. В то же время проектирование такой установки связано с решением задачи, имеющей несколько переменных и весьма важно саму установку оптимизировать с целью повышения эффективности работы.

Повышение эффективности работы пневмоконтейнерной двухтрубной установки возможно при использовании программы

расчета по оптимизации параметров пневмоконтейнерных систем, переработанной для современных условий.

Математическое обеспечение

Исходными данными для расчета пневмоконтейнерных систем являются:

- производительность;
- характеристика трассы;
- транспортируемый сыпучий материал.

Выходными данными для оптимизации параметров являются издержки плюс амортизационные отчисления.

При расчете указанных установок существенное влияние на выходные данные оказывает интервал запуска контейнерных составов, который не может быть меньше времени загрузки, разгрузки контейнера. Следовательно, время загрузки необходимо определить и с учетом полученной величины корректировать интервал запуска составов.

В первую очередь рассчитывается коэффициент подвижности транспортируемого материала по формуле

$$ZK=(1.-\text{SIN}(YG))/(1.+ \text{SIN}(YG)),$$

где YG – угол естественного откоса материала

Далее находится давление слоя груза в емкости, используя зависимость

$$P5=RO \cdot G \cdot 0.8 \cdot DK \cdot ZK \cdot 1000,$$

где RO – плотность материала, кг/м³;

G – ускорение силы тяжести, м/с²;

DK – диаметр контейнера, принимается 0.85·DT, здесь DT диаметр трубопровода, м

Скорость истечения груза определяется по формуле

$$FSKI=FLAN \cdot (2 \cdot P5 / (1000 \cdot RO))^{0.5},$$

где FLAN - угол внутреннего трения перемещаемого материала

Следовательно, расход истекающего груза будет равен

$$QM=FSKI \cdot FLK \cdot DK \cdot 0.8,$$

где FLK – длина контейнера, принимается по соотношению $FLK=2.8 \cdot DT$.

Время опорожнения контейнера рассчитывается по формуле

$$TI=FM2/(QM \cdot RO \cdot 1000),$$

где FM2 – масса груза в контейнере, находится как произведение величин $RZ \cdot RO \cdot FO \cdot 1000$;

RZ – коэффициент заполнения;

FO – объем контейнера

С учетом вышеизложенного потребное количество составов за час работы корректируется по зависимости

$$FS=3600./(TN+TI),$$

где TN – начальный интервал движения составов, определяемый конструкцией погрузочно-разгрузочных устройств.

Масса одного состава, если исходить из производительности установки Q, будет равна

$$FM=1250 \cdot Q/FS.$$

Число контейнеров в составе

$$FN2=FM/FM2.$$

Масса состава с грузом

$$FM4=FN2 \cdot (FM2+FM3),$$

где FM3 – масса контейнера.

Спротивление движению состава

$$FK=FM4 \cdot G \cdot FKT \cdot KSK,$$

где FKT и KSK – коэффициенты сопротивления движению и поперечного скольжения ходового колеса.

Время разгона состава

$$TNR=FM4 \cdot FSK/(2 \cdot FK),$$

где FSK – скорость передвижения контейнера.

Длина разгонного участка

$$RL=0.5 \cdot FSK \cdot TNR.$$

Интервал с учетом разгона

$$TN8=TNR - TT,$$

где TT – фактический интервал движения, равный $TT=3.6 \cdot FM/(Q \cdot 1.25)$.

Приведенное математическое обеспечение будет фрагментом перерабатываемой программы ЭВМ по оптимизации параметров пневмоконтейнерных систем для перемещения сыпучих материалов в составах по трубопроводам. Известно, что в двухтрубных системах производительность их зависит лишь от частоты посылки, поэтому показанное уточнение расчетных зависимостей актуально. Использование контейнеров на опорах качения (колесах) со специальными уплотнительными устройствами позволяет реализовать известные принципы работы пневмопочты для экономически эффективного решения проблемы транспортирования массовых грузов по трубопроводам.

Апробация программы реализована для пневмоконтейнерной установки по перемещению щебня с длиной трассы 49 км, производительностью – 280 т/ч. В проекте использован диаметр трубопровода $DT=1,22$ м, интервал пуска 384 секунды, в составе 8 контейнеров, два пневмовоза. С учетом коэффициента заполнения 0,85 масса груза в контейнере будет равна 3801 кг. Угол естественного откоса материала принят 0,77 радиан, угла внутреннего трения принят 0,4 радиана.

Масса состава получена величиной 60818 кг. Одновременно движущихся составов в грузовой ветви, – 29. Критерий Рейнольдса, – 450335, коэффициент трения воздуха о стенки трубопровода 0,0589, потери давления в грузовой ветви 287449.2 Па. Мощность воздуходушных агрегатов находится в пределах 3213,1 кВт.

Получены следующие результаты, см. таблицу.

Издержки плюс амортизационные отчисления в безразмерных параметрах

Скорость движения, м/с	0,5	3,0	5,5	8,0	10,5	13,0	15,5
\tilde{I}	0,68	0,48	0,47	0,50	0,58	0,73	1

В верхней строчке таблицы приведена скорость движения составов контейнеров.

В нижней строчке, критерий \tilde{I} , издержки плюс амортизационные отчисления, в безразмерных параметрах. Получена оптимальная скорость 5,5 м/с. Такая установка спроектирована для скорости движения контейнеров 10,5 м/с, т.е. без учета параметров, получаемых из переработанной программы оптимизации пневмоконтейнерных систем, по которой принят трубопровод с диаметром 1,22 м. Эффективность уменьшилась на 23 %.

Известно, что при использовании труб с $DT \geq 1000$ мм возникают проблемы по обеспечению устойчивости стенок. В то же время критерий \tilde{I} находится в следующей зависимости от безразмерного диаметра d

$$\tilde{I} = \alpha \cdot d + \beta,$$

где α и β – постоянные величины.

Поэтому далее рассмотрены параметры установок с диаметрами $DT < 1000$ мм.

Оптимальный вариант определился с $DT = 400$ мм, при найденной ранее скорости движения 5,5 м/с.

В этих условиях число контейнеров в составе, – 11; составов в одной ветви, – 296; фактический интервал пуска оказался равным 30 с. Получен критерий $\tilde{I} = 0,37$.

Таким образом, показана высокая значимость по использованию переработанной программы оптимизации параметров пневмоконтейнерных систем для транспортирования грузов по трубопроводам.

Литература

1. Савицкий, В.П. Направления по совершенствованию пневмоконтейнерных установок / В.П. Савицкий // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фізіка-тэхнічных навук. – 1994. – С. 41–44.

УДК 69.002.5-82

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОАППАРАТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Смоляк А.Н., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение

Интенсивное развитие гидропривода в качестве интеллектуальной приводной технологии в настоящее время все более ярко проявляется в области строительных и дорожных машин. Мировые лидеры производства электрической (электронной), гидравлической и пневматической приводной техники реализуют приводы от персональных компьютеров, все ближе подходят к полноценной автоматизации технологических процессов.

Например, автогрейдеры и бульдозеры оснащаются автоматическими системами стабилизации положения отвала, одноковшовые экскаваторы и погрузчики обеспечиваются системами автоматической корректировки траектории движения ковша, асфальтоукладчики, бетоноукладчики, работают в режиме совмещения движений

рабочих органов при соответствующей корректировке их положения при заданных параметрах и т.д.

В гидроприводах строительных и дорожных машин, оснащенных автоматическими следящими системами за положением рабочих органов, преобразование электрического управляющего сигнала в гидравлический осуществляется при помощи гидрораспределителей с реверсивными золотниками с электрическим или электрогидравлическим приводом [1].