

19. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытания на усталость. ГОСТ 25.502—79.

20. Надежность изделий машиностроения. Ускоренная оценка пределов выносливости методом ступенчатого нагружения (Локати). ГОСТ 19533—74.

21. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы испытания на контактную усталость. ГОСТ 25.501—78.

22. Методические указания. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при циклическом нагружении. РД 50-345—82.

23. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости. ГОСТ 25.504—82.

*Белорусский государственный
университет транспорта*

*Поступила в редакцию
18.02.94*

УДК 624.648

В. П. САВИЦКИЙ

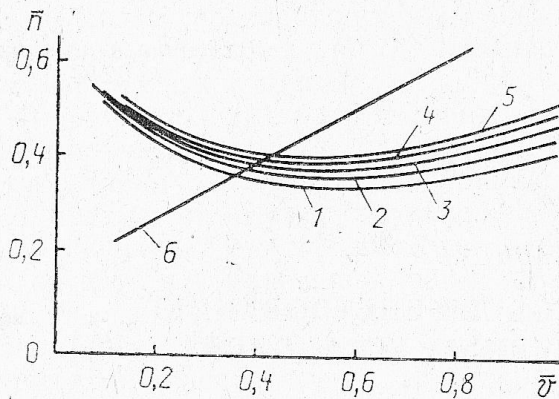
НАПРАВЛЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПНЕВМОКОНТЕЙНЕРНЫХ УСТАНОВОК

По сравнению с более известным пневмотранспортом пневмоконтейнерный имеет свои сферы применения (например, там, где важно сохранить фракционный состав перемещаемого в трубопроводе сыпучего материала или предохранить трубы от интенсивного износа, если транспортируется абразивный груз, или существенны вопросы экологии и пр.). По данным [1], пневмоконтейнерный транспорт грузов имеет хорошие перспективы к развитию и совершенствованию. Однако при заданных производительности, длине трассы, ее наклонных и поворотных участках, характеристике материала, проектирование и расчет пневмоконтейнерной установки основываются на решении задачи с многими переменными (диаметр трубопровода, количество одновременно движущихся контейнеров, число их в составе и пневмовозов, интервал пуска и др.). В таком случае для отыскания оптимального варианта целесообразно использование ЭВМ.

Разработана программа расчета на алгоритмическом языке Фортран с выходными данными по приведенным затратам. Математическое обеспечение программы основано на [2—5]. В качестве примера рассмотрена система КПТ-4 из [2] для транспорта песка со следующими данными: производительность 3 млн. т/год, длина трассы 12,5 км. Используются трубопровод диаметром 1220 мм, восемь двенадцатиконтейнерных составов грузоподъемностью 40 т каждый, скорость движения контейнеров принята 10 м/с, мощность воздуходувных агрегатов составляет 3750 кВт, а суммарная мощность приводных устройств — 4150 кВт. Приведенные затраты оцениваются в безразмерных величинах в зависимости от количества контейнеров в составе при различных относительных скоростях их движения (рисунок).

Кривые рисунка построены для диаметра трубы 1 м и имеют явно выраженный оптимум с четкой тенденцией увеличения приведенных затрат при росте количества контейнеров в составе. Для реализации заданной производительности интервалы подачи составов получены в пределах 14,4—69,5 с, минимум затрат — при абсолютной скорости движения одиночных контейнеров 8 м/с. При этом суммарная мощность воздуходувных агрегатов составляет 587 кВт, а всего в системе перемещаются 86 контейнеров (в КПТ-4 — 96 шт.). Груз высыпается при повороте на половину оборота всего состава, поэтому габариты и масса участков погрузки и разгрузки в КПТ-4 существенно больше по сравнению с таковыми в варианте с одиночными контейнерами, существенно больше и интервал движения, составляющий 330 с.

Кривая 2 (рисунок) построена для работы установки со сдвоенными контейнерами, минимум находится при скорости движения 10,5 м/с, интервал в пределах 28,7—69,5 с, суммарная мощность воздуходушных агрегатов 1182 кВт. Зависимость 3 относится к работе системы с четырехконтейнерными составами; минимум затрат получен при скорости движения составов 8 м/с, всего одновременно движущихся контейнеров 216 шт. с интервалом 57,5—69,5 с, общая мощность воздуходушных агрегатов 1517 кВт. Линия 4 построена для пневмоустановки, работающей



Зависимость приведенных затрат от скорости движения составов при диаметре трубы 1,0 м и от диаметра трубопровода (в безразмерных параметрах): 1 — контейнеров в составе 1; 2 — контейнеров 2; 3, 4 — больше 4; 8 соответственно; 5 — 12 контейнеров в составе; 6 — зависимость от диаметра трубы

с восьмиконтейнерными составами, и оптимум будет при скорости движения 5,5 м/с, а линия 5 — для 12-контейнерных составов; оптимальная скорость 5,5 м/с, интервал движения 172 с, число составов 26 (321 контейнер, что соответствует кривой 4). Общая мощность воздуходушных агрегатов 1690 кВт.

Таким образом, с увеличением количества контейнеров в составе от 1 до 12 общая мощность воздуходушных агрегатов возрастает от 587 до 1690 кВт (на рисунке зависимости даны для труб диаметром 1,0 м), интервал движения составов растет от 14,4 до 172 с. При интервале 330 с в системе КПТ-4 и диаметре трубы 1,22 м мощность достигает 3780 кВт.

Прямая линия 6 показывает в относительных величинах зависимость приведенных затрат от диаметра трубопровода, описываемую следующим образом:

$$\bar{n} = 0,5\bar{d} + 0,219, \quad (1)$$

где \bar{d} — безразмерный диаметр трубопровода.

Уравнение (1) для $0,2 < \bar{d} < 1,1$. В других случаях заданная производительность либо не реализуется, либо логичен переход к однотрубной системе. Используя зависимость (1), сделаем выборку оптимальных приведенных затрат (безразмерных) от диаметра трубопровода (табл. 1). Как видно из таблицы, минимум затрат обеспечивается при использовании труб с диаметром 0,6 м и четырехконтейнерных составов; для системы КПТ-4 $\bar{n} = 0,524$, т. е. более чем в два раза больше.

При завершении анализа распечатки результатов расчета по разра-

Таблица 1. Минимальные (в безразмерных параметрах) приведенные затраты для различных диаметров труб и числа контейнеров в составе

Количество контейнеров в составе	1	2	4	8	12
Приведенные затраты	0,348	0,301	0,259	0,335	0,273
Диаметр трубы	1,0	0,8	0,6	0,6	0,4

Таблица 2. Основные показатели пневмоконтейнерного транспорта, которым возможно реализовать производительность 430; 280 т/ч при подаче щебня на расстояния 12,5 и 49 км

Показатель	Система КПП-4	Вариант			
		1-й	2-й	3-й	4-й
<i>Производительность 430 т/ч, расстояние 12,5 км</i>					
Приведенные затраты	0,88	0,273	0,259	0,301	0,348
Диаметр трубы, м	1,22	0,4	0,6	0,8	1,0
Контейнеров в составе, шт.	12	12	4	2	1
Составов	8	61	70	100	Нет
Мощность воздуходувок, кВт	3750	2256	1146	821	587
Интервал пуска, с	330	31	34	31	36
Оптимальная скорость, м/с	10	13	10,5	8	8
<i>Производительность 280 т/ч, расстояние 49 км</i>					
Приведенные затраты	0,47	0,224	0,198	0,263	0,331
Диаметр трубы, м	1,22	0,8	0,6	0,4	0,4
Контейнеров в составе, шт.	8	1	2	8	10
Составов	25	—	470	366	366
Мощность воздуходувок, кВт	12500	3412	5136	13474	17217
Интервал пуска, с	384	31,4	26	25,3	25,3
Оптимальная скорость, м/с	10	8	8	10,5	10,5

ботанной программе составлена табл. 2, в которой приняты к рассмотрению 4 варианта использования пневмоконтейнерной установки с оптимальными скоростями движения составов, реализующих производительность при подаче песка на расстояние 12,5 км, равную 430 т/ч. Приведенные затраты даны в безразмерных параметрах.

По данным итоговой табл. 2, в выбранных четырех вариантах расчета процент уменьшения приведенных затрат составляет в среднем 66,5, а наибольшее отклонение от этой величины оказывается в 4-м варианте и составляет 9,8%. Интервал запуска составов лежит в пределах 31—36 с. В 4-м варианте получена минимальная мощность воздуходувок 587 кВт, что почти в два раза меньше, чем во 2-м варианте. Таким образом, оптимизация параметров пневмоконтейнерных установок по мощности, рекомендуемая в [3], может быть недостаточной, так как из данных таблицы следует, что предпочтителен 2-й вариант, в котором относительные затраты в 3,8 раза меньше, чем в системе КПП-4, а оптимальные скорости перемещения грузов по трубопроводам в базовом и 2-м вариантах практически совпадают.

Рассмотрим исходные данные по транспорту щебня на расстояние 49 км при производительности 280 т/ч, аналог — установка КПП-2 из [2]. Выборка возможных вариантов пневмоконтейнерных систем приведена в табл. 2. Оптимальным оказывается 2-й вариант, в котором диаметр трубопровода составляет 0,6 м, два контейнера в составе и приведенные затраты будут более чем в два раза меньше по сравнению с КПП-2. Интервал пуска лежит в пределах 25,3—31,4 с, оптимальная скорость 8—10,5 с. Все 4 варианта предпочтительнее базового, а минимальная потребная мощность воздуходувных агрегатов будет в 1-м варианте исполнения с одиночными капсулами.

Резюмируя полученные результаты, можно выделить основное направление по совершенствованию установок пневмоконтейнерного транспорта, выражающееся в том, чтобы создавать устройства, в которых будут достижимы интервалы запуска составов в пределах 30 с. Одновременно оказывается возможным применение труб меньшего диаметра и, следовательно, более коротких погрузочно-разгрузочных станций, поскольку существенно уменьшается число контейнеров в составе. Такие установки оказываются примерно в 2—3 раза эффективнее созданных.

Summary

The pneumatic system for transference weights in containers on pipes depends on quite a number of parameters. The computer-aided design is resulted in optimum.

Литература

1. Дзидзигури А. А., Мухелишвили В. Л., Стрельников И. Ю. // Подъемно-транспортная техника и склады. 1990. № 2. С. 54—55.
2. Александров А. М., Аглицкий В. Е., Кованов П. В. и др. Контейнерный трубопроводный пневмотранспорт. М., 1979.
3. Смолдырев А. Е., Тантлевский А. В. Пневматический транспорт штучных грузов. М., 1979.
4. Давыдов С. Я., Борохович А. И., Антошкин Г. С. // Цветные металлы. 1982. № 10. С. 110—113.
5. Спиваковский А. О., Дьячков В. Н. Транспортирующие машины. М., 1983.

Могилевский машиностроительный институт

Поступила в редакцию
03.03.94

УДК 539.1.974.8:612.039-78

Г. И. МАКОВЕЦКИЙ, А. И. ГАЛЯС, Ю. Л. ПАШКОВСКИЙ,
Ч. К. СМОЛИК, К. И. ЯНУШКЕВИЧ

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДЕТЕКТОРОВ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ НА СТАЦИОНАРНЫХ АТОМНЫХ РЕАКТОРАХ

При проведении любого нейтронного эксперимента (дифракционного, спектрометрического, по малоугловому рассеянию и т. д.) вместе с рассеянными образцом нейтронами детектор регистрирует и фон. Он может быть обусловлен космическим излучением, радиоактивностью конструкционных материалов экспериментальных установок, излучениями используемого источника нейтронов. Наличие фона снижает достоверность извлекаемой из эксперимента информации, так как существующие экспериментальные и математические методы учета фона являются приближенными. Ввиду этого экспериментаторы всегда стремятся проводить измерения при минимальном фоне, снижая в первую очередь влияние основных источников фона.

В нейтронных экспериментах на стационарных атомных реакторах основным источником фона являются сам реактор, особенно его экспериментальные каналы, а также нейтроны, рассеянные на элементах биологической защиты и узлах экспериментальных установок.

Применяемый в настоящее время способ снижения нейтронного фона на реакторах заимствован из других экспериментов (космические лучи, рентгеновские установки и т. д.) и состоит в окружении детектора специальной защитой, задача которой — максимально поглотить все нейтроны, могущие попасть в детектор, кроме нейтронов, рассеянных исследуемым образцом. Для этого в защите делается специальное окно и иногда дополнительно устанавливается коллиматор, который уменьшает проникновение через него в детектор фоновых нейтронов. Особенностью нейтронного фона атомных реакторов является весьма широкий диапазон изменения энергии нейтронов (от тепловых до быстрых). При этом проникающая способность нейтронов возрастает с увеличением их энергии. Кроме того, для тепловых нейтронов существуют эффективные поглотители (бор, кадмий и др.), тогда как для быстрых нейтронов таких поглотителей нет.

Из-за большой проникающей способности быстрых нейтронов нейт-