

Величина расчетного разрушающего давления для конкретной вмятины сильно зависит от фактических служебных свойств металла (пластичности/ударной вязкости) и наличия дополнительных концентраторов напряжений на поверхности вмятины. При упруго-пластическом деформировании трубы с дефектами формы (вмятины) напряжения перераспределяются в области концентрации напряжений и уже после второго цикла нагружения разгрузка и повторное нагружение происходят практически упруго. Для этого сталь должна обладать определенным запасом пластичности. Правда, уровень нагруженности в отдельных зонах вмятины составляет 0,9 – 0,95 от  $\sigma_{0.2}$ .

#### Литература

1. IPC 02-27067. The pipeline defect assessment manual.
2. EPRG Method for Assessing the Tolerance and Resistance of Pipelines to External Damage. Part 1, 2. / P. Roovers [et al]. – 1999.

УДК 621.796.65-52

## ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗГРУЗКИ СКЛАДА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Н.А. Антанович, П.Н. Севрук

*ЧУП «Институт горной автоматики», Солигорск*

**Введение.** В настоящее время в РУП «НЮ «Беларуськалий» для хранения гранулированного концентрата КС1 и руды (далее – сыпучих материалов) используют арочные склады. Для загрузки такого склада используется подвесной конвейер с перемещающейся разгрузочной тележкой. Управляет загрузкой склада машинист-оператор, который находится непосредственно возле разгрузочной тележки. Задача оператора – контроль заполнения склада сыпучим материалом по зонам с разным качеством.

Для разгрузки арочного склада используется порталный кратцер-кран. Управление краном осуществляет машинист-оператор. Задача оператора:

- отгрузка сыпучего материала из зоны с заданным качеством;
- контроль массы отгружаемого сыпучего материала;
- контроль технических параметров кратцер-крана.

При проектировании системы автоматизированной разгрузки склада сыпучих материалов актуальны следующие вопросы:

- система контроля положения разгрузочной тележки и кратцера в арочном складе;
- система контроля загружаемого и отгружаемого сыпучего материала по зонам качества.

**Определение объемов сыпучих материалов в арочном складе методом лазерного сканирования.** Точно определить объемы сыпучего материала традиционными методами не удастся, величина погрешности в некоторых случаях достигает 10 %. При таком методе измерения съемка арочного склада выполняется только по характерным контурным точкам, расчет объема производится по формулам геометрически правильных тел, угол отвала принимается постоянным. Все это, конечно, упрощает и ускоряет процесс измерения объема, но и снижает точность до 10 – 15 %. Есть и еще один недостаток: при насыпке отвала необходимо соблюдать форму геометрического тела, следить за однородностью распределения породы, высотой насыпки и т.д.

В настоящее время для точного подсчета объемов сыпучего материала в арочном складе можно использовать новую геодезическую технологию – наземное лазерное сканирование [1 – 3].

Принцип работы сканера (рис. 1) тот же, что и простого у тахеометра – измерение расстояния до объекта и двух углов, что в конечном итоге дает возможность вычислить координаты. Пучок лазера исходит из излучателя, отражается от поверхности объекта и возвращается в приемник. Вращающаяся призма (или зеркало) распределяет пучок по вертикали с заранее заданным шагом (например,  $0,1^\circ$ ). Таким образом, в отдельном взятом вертикальном скане будут измерены все точки с дискретностью  $0,1^\circ$  (например, при максимальном вертикальном угле сканирования  $140^\circ$  их будет соответственно 1400). Затем сервопривод поворачивает блок измерительной головки на угол, равный шагу измерения (при той же дискретности  $0,1^\circ$  полный оборот сканера состоит из 3600 отдельных вертикальных плоскостей). Полная цифровая картина пространства будет представлена в виде набора 5040000 точек.

Результат работы лазерного сканера – сеть измеренных точек, которой покрывается отвал или склад. Теперь мы имеем не несколько десятков измерений, по которым строим упрощенную геометрическую фигуру и рассчитываем ее объем, а сотни тысяч точек с заданной регулярностью, например, в 10 см. Столь подробное описание поверхности фигуры непра-

вильной формы позволяет достичь высокой точности ( $СКО < 1 \%$ ) при расчете объемов. Лазерные сканеры имеют достаточно высокую (от сотен до нескольких тысяч точек в секунду) скорость измерений, что позволяет им конкурировать с традиционными геодезическими методами. Пельзя не упомянуть еще об одном преимуществе безотражательного принципа измерения расстояний – удаленности от объекта съемки, чем в свою очередь можно воспользоваться для автоматического определения наивысшей точки насыпи сыпучего материала в складе.

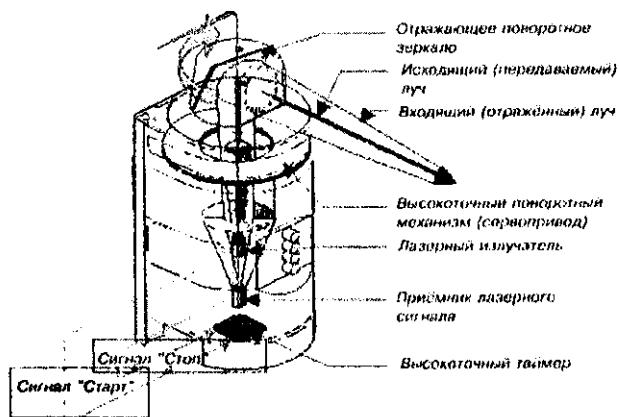


Рис. 1. Принцип зеркального сканирования

- Итак, использование технологии лазерного сканирования позволяет:
- достичь гораздо более высокой точности;
  - сохранить либо повысить скорость измерений;
  - в значительной степени автоматизировать процесс измерения;
  - минимизировать влияние человеческого фактора;
  - получить конечную документацию в электронном виде.

**Система контроля положения кратцер-крана в арочном складе.**  
 В ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» был разработан кратцер-кран порталный с системой управления, построенной на промышленном контроллере серии S7-300 фирмы Siemens. К контроллеру подключены инкрементальные датчики, позволяющие контролировать положение крана в арочном складе и углы заглибления стрел.

Приводы передвижения тележек кратцер-крана построены на четырех частотных преобразователях фирмы «АВВ», по два на каждую тележку.

лежку, включенных в режиме master-slave. Управление преобразователями осуществляется непосредственно контроллером S7-300. Такое построение системы управления приводами перемещения портала дает следующие преимущества:

- плавное начало движения портала;
- возможность торможения;
- управление перекосом портала;
- точное позиционирование кратцер-крана.

Программное обеспечение контроллера позволяет производить автоматическую разгрузку заданной зоны арочного склада при следующих условиях:

- задание оператором начальной и конечной координаты зоны выборки;
- предварительное выравнивание (в ручном режиме) отвала;
- задание параметра максимального угла заглубления стрел и перевод крана в автоматический режим работы.

**Выводы.** Основное внимание уделено понятию и методу организации лазерного сканирования отвалов сыпучих материалов внутри арочного склада. Необходимо отметить, что все измерения, производимые при помощи лазерных сканеров, позволяют получить модели в той системе координат, в которой ведется горно-графическая документация, и проводятся все маркшейдерские работы. Для преобразования координат имеются свои методики, сводящиеся в основном к известным в геодезии и маркшейдерском деле способам привязки.

При синтезе систем лазерного сканирования отвала и контроля положения кратцер-крана, а также при организации автоматического приема данных от разгрузочной тележки (координаты зон с разным качеством сыпучего материала) можно получить склад, работающий полностью в автоматическом режиме. На ЭВМ оператора будут выводиться технологические данные и в случае аварийной ситуации – причины и меры по ликвидации аварии.

#### Литература

1. Наземное лазерное сканирование. Введение в технологию. Сайт ЗАО «Гео-строительные поиски» (<http://www.gsi2000.ru/art.php?id=118>).
2. Бюхлер, В. Анализ точности лазерных сканирующих систем / В. Бюхлер, М. Бордас Винсент, А. Марбе / Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. – № 1(43), 2(44). – 2004.
3. Строительный эксперт № 15/2004.

## БОКОВОЙ СХОД НИЖНЕЙ ВЕТВИ ЛЕНТЫ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ КОНВЕЙЕРА С ЖЕСТКИМ СТАВОМ ПРИ ПЕРЕКОСАХ РОЛИКООПОР

И.А. Конопляник

*ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения  
с Опытным производством», Солигорск*

**Введение.** При движении по роликоопорам става конвейерная лента под действием различных сил отклоняется в сторону от своего центрального положения и возникает явление, которое в практике называют боковым сходом.

Нецентральное движение ленты является в настоящее время одной из причин простоя конвейеров, появления просыпей в подконвейерном пространстве и запытки става, уменьшения сроков службы ленты из-за износа бортов и др. Все эти недостатки, связанные с боковым сходом ленты, снижают технико-экономические показатели конвейерного транспорта.

Изнашивание бортов ленты происходит в основном на линейной части конвейера. Рассмотрим основные причины, приводящие к боковому сходу ленты на линейной части конвейера, и оценим их влияние [1 – 3].

Первоначально количественно оценим способность линейных секций става «противостоять» постоянным во времени боковым сосредоточенным возмущениям. Полученные результаты могут быть полезны при выборе конструкции линейной секции, когда известны условия эксплуатации конвейера и качество его монтажа.

**Исследование бокового схода ленты нижней ветви конвейера.** Рассмотрим боковой сход ленты на этой ветви. Уравнение для определения поперечного изгиба ленты при статических нагрузках имеет вид (в дальнейших расчетах принимаем  $\eta' = 0$ )

$$\frac{EJ_n}{\rho F} \frac{d^4 \delta}{dx^4} - \frac{J_n}{F} v^2 \frac{d^4 \delta}{dx^4} - \left( \frac{N}{\rho F} - v^2 \right) \frac{d^2 \delta}{dx^2} + c_1 \frac{d \delta}{dx} + b_1 \delta = 0, \quad (1)$$

где  $J_n$  – момент инерции поперечного сечения ленты нижней ветви.

Проанализируем действие постоянной во времени боковой силы на ленту, движущуюся по двум возможным конструкциям роликоопор для нижней ветви [3].