

УДК 662.642: 621.926.7

Ал.О.Тихомолов (5 курс, каф. ДМиМ), Н.Н.Шабров, д.т.н., проф., К.В.Елисеев, асс.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАСОСА ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Объектом исследований является насос перистальтического действия (НПД) для точечной подачи строительного раствора на кирпичную кладку (рис.1). Принцип действия насоса: при вращении водила ролики (активные рабочие элементы), установленные на нем диаметрально, периодически пережимают шланг (пассивный рабочий орган насоса), расположенный по окружности внутри корпуса, перемещая тем самым строительный раствор, находящийся в шланге. После прохождения ролика шланг упруго восстанавливает свою форму, при этом за счет образующегося разрежения (внутренние поверхности шланга при сжатии соприкасаются друг с другом) происходит подача очередной порции раствора из бункера-мешалки. Абразивные частицы песка вдавливаются в эластичный резиновый материал шланга, не повреждая его.

Шланговые насосы по сравнению с другими типами обладают рядом преимуществ, основными из которых являются: надежность и простота эксплуатации, отсутствие контакта перекачиваемой среды с движущимися металлическими частями, отсутствие клапанов и уплотнений, возможность реверсивной работы, равномерная подача перекачиваемого материала. Поэтому в определенных областях промышленности (химической, пищевой, медицинской, а также при строительстве), где имеет место перекачка сред высокоабразивных, высоковязких, большой плотности, химически активных, разрушающихся от механического воздействия, шланговые насосы являются наиболее эффективным инструментом. Помимо плюсов у данного типа насосов есть и минусы, наиболее важным из которых является выход из строя шланга, по причине усталостного износа, вызванного цикличностью взаимодействия роликов со шлангом.

Целью данной работы является исследование взаимодействия рабочих элементов НПД, поэтому задачей исследования является нахождение зависимости рабочей реакции шланга на воздействие ролика от механических характеристик взаимодействующих элементов, с целью последующей минимизацией рабочей реакции, что значительно увеличит ресурс шланга.

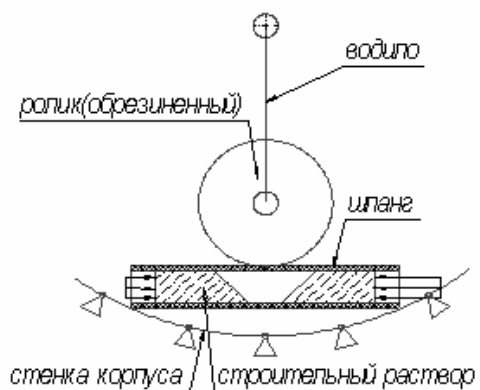


Рис. 2. Конструктивные особенности.

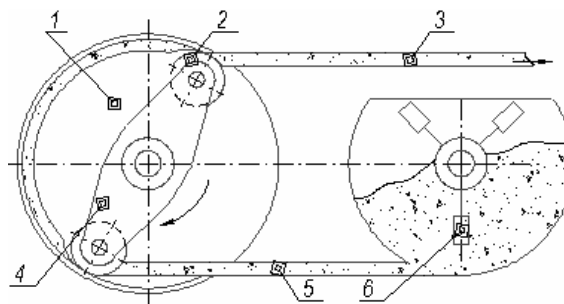


Рис. 1. Принципиальная схема работы насоса перистальтического действия (1 – торцовые крышки, 2 – ролики, 3 – бетоновод, 4 – водило, 5 – всасывающий участок, 6 – лопасть смесителя).

В связи со сложностью поставленной задачи, а также отсутствием методики расчета использовалась программа LS-DYNA, использующая явную формулировку метода конечных элементов, которая позволяет решать предварительно напряженные конструкции при нелинейном поведении материала и контактном взаимодействии большого числа тел. При помощи LS-DYNA была создана физическая модель взаимодействия рабочих элементов НПД, которую

можно условно разбить на сдавливание роликом шланга со строительным раствором и перекачивание ролика по сжатому им шлангу, за счет вращения водила. Входными параметрами модели являются: механические характеристики взаимодействующих элементов (стенки корпуса, ролика (обрезиненный), шланга, водила), а выходными: поля напряжений и давлений взаимодействующих элементов и вычисленная по ним рабочая реакция. Механические характеристики определяются следующими факторами: структурой и свойствами вещества; конструктивными особенностями элемента; условиями при нагружении.

Конструктивные особенности элементов: ролик (обрезиненный), шланг и строительный раствор являются трехмерными объектами, стенка корпуса насоса – оболочечный объект, а водило – балочный элемент (рис. 2). Структура и свойства вещества: моделью материала ролика, водила и стенки корпуса насоса, соответствующей стали, является MAT\_ELASTIC, моделью материала шланга, облицовки ролика и строительного раствора, соответствующей резине и двухфазной системе, состоящей из твердой дисперсной фазы и жидкой дисперсной среды, является MAT\_BLAZ-KO\_RUBBER.

Для модели строительного раствора задано распределение давления, которое соответствует давлению столба раствора. В постановке также учтены все необходимые условия контакта элементов, начальные и граничные условия.

По полученным полям напряжений с помощью постпроцессора был получен график зависимости реакции от времени (рис. 3) для обрезиненного ролика диаметром 200 мм, с постоянной скоростью водила 4.9 об/мин. После варьирования механических характеристик взаимодействующих элементов были получены зависимости рабочей реакции от ряда параметров:

- 1) Диаметра ролика и его обрезинивания;
- 2) Диаметра шланга и его толщины;
- 3) Диаметра направляющей стенки корпуса;
- 4) Скорости вращения водила.

Таким образом, после исследования взаимодействия рабочих элементов НПД, было найдено минимальное значение рабочей реакции шланга на воздействие ( $R = 2550 \text{ Н}$ ), тогда как реакция, полученная после испытания натурального агрегата ( $R = 2730 \text{ Н}$ ), что говорит о достоверности физической модели.

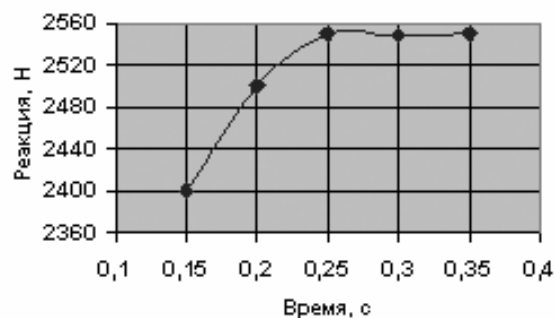


Рис. 3. График зависимости реакции от времени.