

Полтавский национальный технический университет
имени Юрия Кондратюка

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТЬЮ**

Рассматривается конструкция устройства, которое позволяет автоматически заполнять гидравлический компенсатор рабочей жидкостью как перед первым пуском растворонасоса, так и в случае ее утечек. Исследуется эффективность работы и уровень пульсаций давления при работе растворонасоса от величины утечек рабочей жидкости из компенсатора.

В лаборатории механизации ручного труда в строительстве Полтавского НТУ создан растворонасос с гидравлическим компенсатором пульсации давления (рисунок 1). Насос обеспечивает стабильное перекачивание строительных растворов в широком диапазоне подвижностей при незначительном уровне пульсации давления.

Жидкость в компенсаторе играет значительную вспомогательную роль – охлаждает трущиеся детали цилиндропоршневой группы; существенно снижает коэффициент трения между этими деталями; смывает с зеркала цилиндра абразивные частицы, которые проникают через уплотнения поршня в штоковую полость. Это дает возможность существенно повысить ресурс работы деталей цилиндропоршневой группы.

Компенсатор специальной конструкции позволяет работать растворонасосу одинарного действия в дифференциальном режиме. Насос подает раствор в напорную магистраль в обоих циклах работы – как в такте всасывания, так и в такте нагнетания. Для его нормального функционирования важную роль играет максимальное заполнение камеры компенсатора рабочей жидкостью.

Оптимальное заполнение рабочей камеры компенсатора затруднено тем, что должны выполняться следующие требования:

- поршень должен находиться в крайнем правом положении для обеспечения максимального объема рабочей камеры компенсатора;
- остатки воздуха из штоковой камеры цилиндра и рабочей камеры компенсатора должны быть удалены путем колебания корпуса растворонасоса.

Если камера гидравлического компенсатора не будет полностью заполнена рабочей жидкостью, то наличие воздуха в ней приведет к тому, что в такте всасывания, когда поршень займет крайнее левое положение, порция раствора, который выталкивается в напорную магистраль, будет меньше, чем порция раствора, который подается в такте нагнетания. Это объясняется тем, что уменьшение объема штоковой полости 7 (рисунок 1, б) во время движения поршня в такте всасывания приводит частично к сжатию остаточного

воздуха в камере 2 компенсатора 3 до величины давления нагнетания, а уже потом – к вытеснению раствора в напорную магистраль, т.е. полезная деформация диафрагмы 4 будет неполной. Таким образом, недозаполнение камеры гидравлического компенсатора рабочей жидкостью и наличие остаточного воздуха в ней приводит к неравномерности подачи в тактах всасывания и нагнетания.

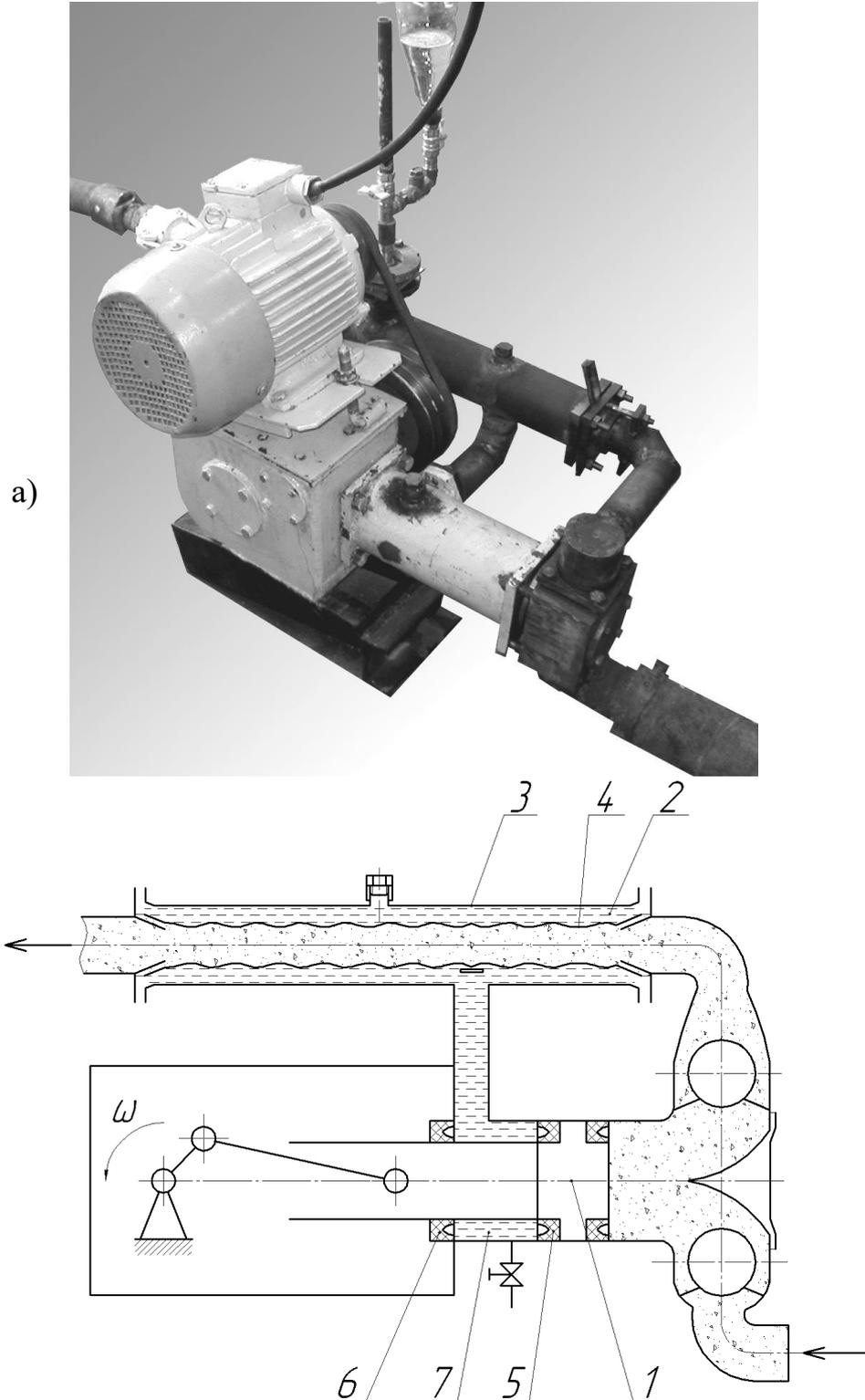


Рисунок 1 - Растворонасос с гидравлическим компенсатором пульсации давления: а) внешний вид; б) схема

В работе [1] предложена конструкция малоимпульсного растворонасоса, дифференциальная работа которого обеспечивается с помощью гидравлического компенсатора пульсации давления. При первом включении возможно неполное заполнение камеры компенсатора рабочей жидкостью, что вызывает повышение пульсации и уменьшение эффективности работы. Кроме того, во время работы растворонасоса возможны утечки рабочей жидкости, которые также отрицательно влияют на эффективность работы. Существующая схема пополнения рабочей жидкости имеет тот недостаток, что она не является автоматической и нуждается в остановке растворонасоса для переведения поршня в крайнее правое положение для обеспечения максимального объема штоковой полости и, соответственно, рабочей жидкости. Этот процесс усложняется тем, что магистраль и камеры растворонасоса в рабочем положении заполнены раствором и находятся под остаточным давлением, поэтому вращение вала электродвигателя для установки поршня в крайнее правое положение является довольно проблематичным.

Объем рабочей жидкости в камере компенсатора для нормальной работы растворонасоса должен быть максимальным. Однако процесс заполнения этого объема во время обслуживания растворонасоса является проблематичным. Кроме того, при продолжительной работе дифференциального растворонасоса с гидравлическим компенсатором возможны потери рабочей жидкости компенсатора через уплотнения поршня и штока.

Представляет интерес изменение характера работы растворонасоса при увеличении утечек рабочей жидкости. Для этого проводились замеры объемного КПД при разном количестве рабочей жидкости, объем которой для каждого измерения уменьшался сравнительно с максимальным заполнением.

Для имитации наличия воздуха в рабочей камере компенсатора проводилось частичное его заполнение рабочей жидкостью. Для исследуемой конструкции растворонасоса при максимальном заполнении ее объем составлял 4,69 л, а объем штоковой полости – 0,24 л. Измерения объемного КПД выполнялись путем заполнения мерной емкости раствором за некоторое время. Анализ полученных графиков изменения объемного КПД (рисунок 2) указывают, что он не зависит от наличия воздуха в рабочей камере компенсатора.

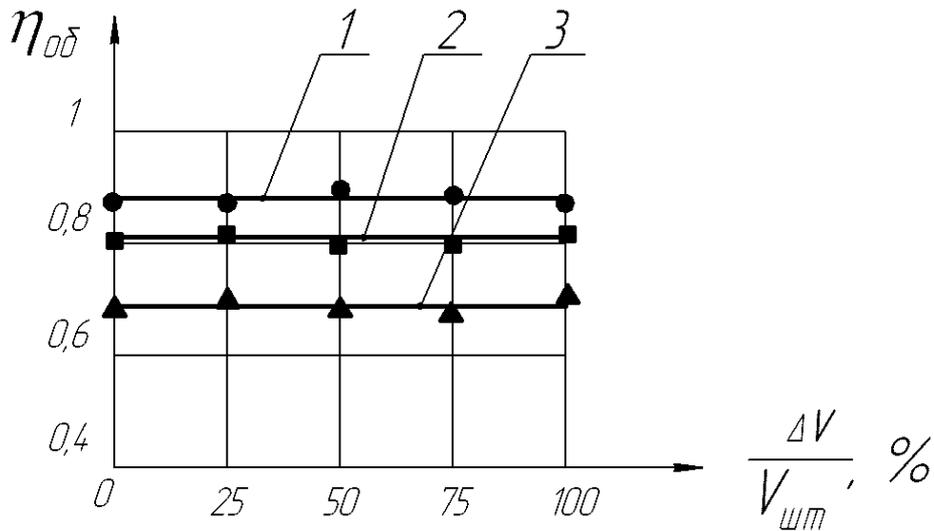


Рисунок 2 – Экспериментальный график зависимости объемного КПД растворонасоса $\eta_{об}$ от величины утечек рабочей жидкости $\frac{\Delta V}{V_{шт}}$, % при разной подвижности раствора:

1 – подвижность раствора 12 см; 2 – 10 см; 3 – 8 см;

Наличие воздуха в камере компенсатора влияет на пульсацию давления подачи раствора. Для анализа его уровня выполнена запись изменения давления в нагнетательном трубопроводе растворонасоса, диаграммы которого приведены на рисунке 3. Исследования проводились для раствора подвижностью ОК 8 см.

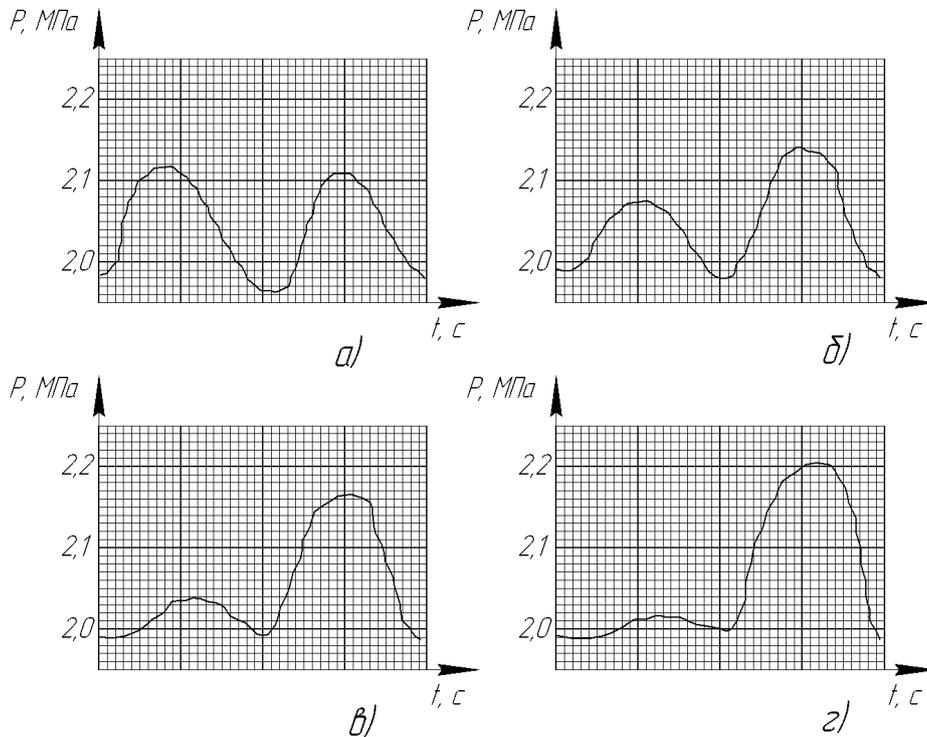


Рисунок 3 – Диаграммы изменения давления в нагнетательном трубопроводе растворонасоса в зависимости от величины утечек рабочей жидкости компенсатора: а) без утечек; б), в), г) – утечки соответственно 0,3, 0,5 и 0,9 от величины объема штоковой полости цилиндра

С целью обеспечения максимально полного заполнения камеры гидравлического компенсатора рабочей жидкостью, а также автоматического поддержания заданного объема этой жидкости в процессе работы растворонасоса было предложено устройство [2] (рисунок 4), которое состоит из емкости 5, установленной на наивысшей части приводной камеры 8 и объединенное с ней через обратный клапан 3. Наличие такого устройства полностью снимает проблему оптимального заполнения рабочей камеры перед началом работы растворонасоса и автоматической компенсации неминуемых утечек рабочей жидкости в процессе его работы. Место присоединения выбрано как наивысшая точка гидравлического компенсатора для обеспечения возможности свободного выхода воздуха через трубку 4.

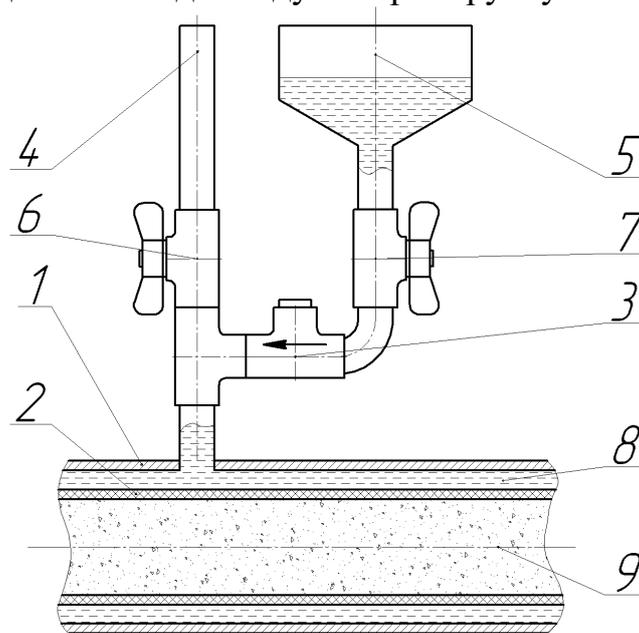


Рисунок 4 - Устройство для автоматического пополнения рабочей жидкости

Устройство работает следующим образом. Перед началом работы растворонасоса в камеру гидравлического компенсатора 8 заливают максимальное количество рабочей жидкости (при положении поршня в максимально отдаленной от оси всасывающей рабочей камеры крайней точке) и обеспечивают выпуск воздуха из камеры через трубку 4. Далее при работе растворонасоса в такте нагнетания через недостаток рабочей жидкости в камере возникает разрежение, под действием которого обратный клапан 3 устройства приоткрывается и жидкость из бачка 5 в нужном количестве поступает в камеру. Причем необходимая для открывания обратного клапана величина разрежения возникает тогда, когда трубчатая диафрагма будет полностью расширена под действием давления нагнетания раствора изнутри и разрежения рабочей жидкости при ходе поршня в крайнее правое положение снаружи этой диафрагмы. То же самое автоматически будет происходить и при потере рабочей жидкости в результате ее утечек через уплотнения поршня и штока при продолжительной работе растворонасоса. Устройство оборудовано кранами 6 и 7 для изолирования камеры от окружающей среды и от бачка соответственно.

Соединение камеры с окружающей средой необходимо для выпуска воздуха в начальный момент заполнения камеры жидкостью.

Способность устройства для автоматического пополнения рабочей жидкости компенсировать ее потери была проверена следующим образом. Была установлена изношенная гильза штока поршня, которая служила причиной потерь рабочей жидкости. Из-за этого происходил переход от работы растворонасоса по принципу двойного действия к работе по принципу одинарного действия (с перекрытыми кранами 6 и 7). При работе устройства (кран 7 в открытом положении), потери рабочей жидкости компенсировались из бачка 5, поддерживая стабильную работу растворонасоса. Компенсация происходила следующим образом – вследствие утечек в камере компенсатора жидкость из устройства засасывалась через обратный клапан в компенсатор.

В данной работе рассмотрено устройство для автоматического пополнения рабочей жидкости в камере гидравлического компенсатора пульсации давления. Экспериментально исследована зависимость величины пульсации давления от количества потерь рабочей жидкости компенсатора. Практически доказана необходимость процесса ее пополнения для поддержания стабильной работы растворонасоса и избежания сбоев и перерывов в его работе.

Литература

1. Пат. 5214 Україна, МПК⁶ F04B 9/08. Малоімпульсний розчинонасос / О.Г. Онищенко, В.У. Уст'янцев, Є.А. Васильєв. Заявл. 03.08.2004; опубл. 15.02.2005; бюл. №2.
2. Пат. 11421 Україна, МПК⁶ F04B 9/08. Диференціальний насос / О.Г. Онищенко, Є.А. Васильєв. Заявл. 11.07.2005; опубл. 15.12.2005; бюл. №12.