

расширения корпуса, обеспечивая благодаря интенсивному отводу тепла от поверхности втулки исключение пластической деформации и, таким образом, значительное повышение прочности соединения. Оно отличается простотой конструкции, надежностью в работе, обеспечивает высокое качество соединений и может быть использовано для механизации и автоматизации сборочных процессов при изготовлении и ремонте машин.

Список литературы: 1. *Кравцов М.К.* Промежуточные среды в соединениях с натягом [Текст] /М.К. Кравцов, А.А. Святуха, В.В. Чернов. -Харьков: Изд-во Штрих. 2001.-200 С. 2. *Андреев Г.Я., Кушаков В.И., Святуха А.А.* А.с. № 4687571 СССР. Устройство для термической сборки прессовых соединений деталей типа вал-втулка – Опубл. в Б.И., 1975, № 16.

Надійшла до редколегії 10.05.2013

УДК 621.792.8

Особенности тепловой сборки деталей неподвижных соединений подшипниковых узлов скольжения/ А. А. Святуха, И. Б. Плахотникова// Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 26 (999). – С.160-164 . – Бібліогр.:2 назв.

Розглянуті питання міцності з'єднань з натягом при тепловому складанні підшипникових вузлів ковзання, які мають сталевий корпус та запресовану в нього втулку із антифрикційного матеріалу (бронза, латунь і ін.) У зв'язку з великою різницею коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів цих деталей у статті запропоновані спосіб та пристрій, який дозволяє забезпечити необхідну міцність таких з'єднань.

Ключові слова: складання, з'єднання, міцність, розширення, зрощування

Questions of durability of connections with a tightness are considered at thermal assemblage of bearing sliding knots including the steel case and a zapresso-bathroom it of the plug from an antifrictional material (bronze, a brass, etc.). In connection with the big difference of factors of linear expansion of mother-alov of these details in article the way and the device allowing are offered to provide necessary durability of such connections.

Keywords: Assemblage, connections, durability, expansion, dispersion.

УДК 66.066

И. В. СЕВОСТЬЯНОВ, канд. техн. наук, доц., ВНТУ, Винница

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОТОКОВОГО ВИБРОУДАРНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Приводится методика расчета оптимальных параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрации дисперсных пищевых отходов, исходя из их физико-механических характеристик и параметров нагрузки.

Ключевые слова: гидроимпульсная установка, потоковое виброударное фильтрация, пищевые отходы.

Введение. Серьезной экологической проблемой Украины и других стран СНГ является загрязнение их окружающей среды отходами пищевых производств, такими как спиртовая барда, пивная дробина, свекловичный жом, кофейный и ячменный шлам. Известны различные технологии разделения данных отходов на твердую и жидкую фазы [1], что позволяет повторно использовать последнюю на производстве, тогда как твердую фазу добавлять в сельскохозяйственные корма. Однако данные технологии имеют ряд недостатков, кроме того, достаточно дороги в реализации [1], в связи с чем, используются в основном на Западе. Одним из наиболее эффективных

© И. В. СЕВОСТЬЯНОВ, 2013

известных способов очистки жидкой фазы дисперсных пищевых отходов является способ тангенциального потокового фильтрования через трубчатые керамические мембраны [2]. Однако и при его применении поры в стенках мембран постепенно засоряются твердыми частицами отходов, что вынуждает останавливать рабочий процесс и осуществлять промывание мембран. Кроме того, для обеспечения заданной производительности потокового фильтрования необходимо создавать одновременно достаточно высокое давление в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран (до 10,5 МПа) и значительную скорость их перемещения (до 2 м/с) [2]. В условиях поточного производства это приводит к большим затратам энергии.

Нами предлагается способ потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов на установке с гидроимпульсным приводом (ГИП) [4]. В соответствии с результатами проведенных экспериментов [4] по сравнению эффективности потокового виброударного и потокового безударного фильтрования кофейного шлама, свекловичного жома и спиртовой барды, предлагаемый способ обеспечивает на 20 – 24% более высокую и стабильную во времени производительность рабочего процесса, при достаточном качестве очистки отходов.

Цель работы. Однако для достижения высоких параметров эффективности потокового виброударного фильтрования необходимо разработать методику проектного расчета гидроимпульсного оборудования для его реализации, позволяющую определять его оптимальные конструктивные параметры, исходя из заданных физико-механических характеристик фильтруемых отходов и параметров их нагрузки. Изложение основных зависимостей данной методики и является целью работы.

Полученные результаты. На рис. представлена схема гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов [3], созданной на базе инерционного вибропресс-молота с ГИП типа ИВПМ [5]. Отходы с бака 12 непрерывно подаются насосом 4 по каналам трубчатой

керамической мембраны 3. С помощью кранов 1, 6 в среде отходов создаются необходимые сопротивление и давление [2, 4]. Жидкая фаза вытесняется через поры в стенках мембраны, фильтруется и стекает в резервуар 8. Твердые частицы задерживаются стенками мембраны. Поршень гидроцилиндра 9 ГИП осуществляет вертикальные возвратно-поступательные перемещения с частотой ν до 150 Гц и амплитудой z_{1a} до 2,5 мм, которые приводят к возникновению в среде отходов ударных волн напряжений и деформаций, обеспечивая меньшее засорение пор мембран, а следовательно, и более высокую и стабильную производительность.

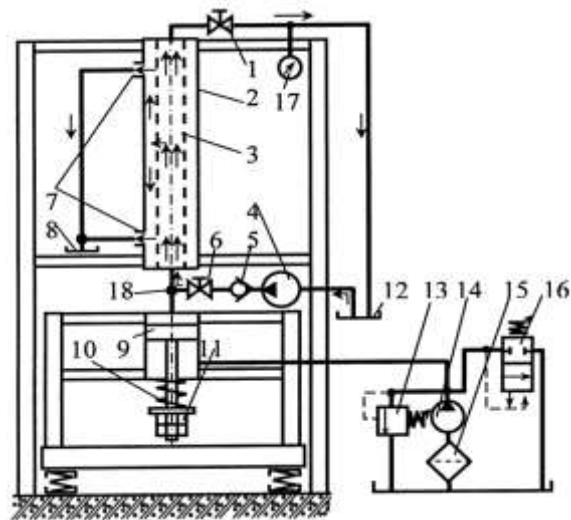


Рис. – Схема гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов на базе ИВПМ

Основанием для разработки методики расчета установки (рис.) стали результаты ее теоретических и экспериментальных исследований [3, 4], а также исследований процессов потокового виброударного фильтрования [6].

Исходными данными для расчета являются: параметры нагрузки отходов (z_{Ia} , v , максимальное давление $p_{o.max}$ в среде отходов); конструкция и параметры вибровозбудителя ГИП установки [5], в том числе давления его открытия – p_{z1} и закрытия – p_{z2} ; физико-механические параметры рабочей жидкости гидросистемы ГИП и фильтруемых отходов [3, 6].

В результате расчета параметров установки определяются: параметры мембраны 3 (длина – l_{ϕ} , диаметр канала – d_{ϕ} , число каналов – n_k , площадь проходного сечения – f_{ϕ} и фильтровальной поверхности – S_{ϕ} , число мембран $n_{\phi,\phi}$ в корпусе); диаметр поршня гидроцилиндра 9 ГИП – d_z ; жесткость пружины 10 возврата поршня гидроцилиндра ГИП – c_y ; подачи насосов 14 и 4 – Q_{n1} , Q_{n2} ; мощности электродвигателей насосов – N_{z1} , N_{z2} . В процессе расчета используются в основном параметры базового ИВПМ; значительная часть расчета носит проверочный характер.

На первой стадии расчета определяем среднюю скорость v_I перемещения поршня 9 вверх на I-м этапе цикла срабатывания ГИП [3], при увеличении давления в поршневой полости гидроцилиндра от p_{z2} до p_{z1}

$$v_I = 2 \cdot z_{Ia} v, \quad (1)$$

Вычисляем длительность t_I I-го этапа, а также суммарную продолжительность $t_{II} + t_{III}$ II-го и III-го этапов цикла ГИП при падении давления в полости гидроцилиндра 9 от p_{z1} до p_{z2} (в процессе II-го этапа поршень гидроцилиндра совершает замедленное перемещение в верхнее положение до полной остановки; во время III-го этапа происходит его возврат в крайнее нижнее положение. Длительность t_I и приблизительно рассчитываем как [5])

$$t_I = t_{II} + t_{III} = l/2 \cdot v. \quad (2)$$

По формулам [4] определяем расход отфильтрованной жидкости на I-м, II-м и III-м этапах цикла ($Q_{\phi.odI}$, $Q_{\phi.odII}$, $Q_{\phi.odIII}$) при использовании одной стандартной мембраны западных фирм «Membrflow filtersysteme», «Aaflow systems», «Tami» или «Della Toffola». Для выбранной мембраны по ее справочному руководству можно определить такие параметры, как l_{ϕ} , d_{ϕ} , n_k , f_{ϕ} , S_{ϕ} , после чего вычислить среднюю производительность фильтрования через одну мембрану в течении всего цикла срабатывания ГИП – $Q_{\phi.od}$. При этом используем формулу

$$Q_{\phi.od} = \left(Q_{\phi.odI} t_I + (t_{II} + t_{III}) \frac{Q_{\phi.odII} + Q_{\phi.odIII}}{2} \right) / T_{\phi} = \\ = v \left(\frac{Q_{\phi.odI}}{2 \cdot v} + \frac{Q_{\phi.odII} + Q_{\phi.odIII}}{4 \cdot v} \right) = \frac{2 \cdot Q_{\phi.odI} + Q_{\phi.odII} + Q_{\phi.odIII}}{4}, \quad (3)$$

в которой T_{ϕ} – длительность цикла ГИП [5].

Исходя из заданной производительности фильтрования Q_{ϕ} (определяется суточным объемом отходов на предприятии, для которого проектируется установка), рассчитываем требуемое количество ее мембран

$$n_{\phi,p} = Q_{\phi} / Q_{\phi.od}. \quad (4)$$

Полученное расчетное значение $n_{\phi,p}$ округляем до ближайшего большего целого фактического значения – $n_{\phi,\phi}$.

По справочному руководству выбранной мембраны определяем номинальную скорость v_{m0} перемещения по ее каналам отходов и рассчитываем требуемую подачу циркуляционного насоса 4

$$Q_{n2} = v_{m0} f_{\phi} n_{\phi,\phi}. \quad (5)$$

Подача насоса 14 вычисляется по формуле

$$Q_{н1} = 2 \cdot p_{21} W_{ГИП} v / K_{нрГИП}, \quad (6)$$

где $W_{ГИП}$ – объем подсистемы ГИП, в которой происходит периодическое изменение давления от p_{22} до p_{21} ; $K_{нрГИП}$ – приведенный модуль объемной упругости данной подсистемы.

Определяем диаметр d_2 поршня гидроцилиндра 9

$$d_2 = 2 \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{Q_{н1}}{v_I} + S_{ум} \right)}, \quad (7)$$

где $S_{ум}$ – площадь поперечного сечения штока гидроцилиндра 9 – определяется из расчета на прочность, исходя из величины давления p_{21} .

Жесткость c_y вычисляем, исходя из условия обеспечения возврата поршня гидроцилиндра 9 на III-м этапе цикла срабатывания ГИП в течении времени, которое не превышает половину периода колебаний поршня [5, 7]. Это необходимо, во-первых, для создания в среде фильтруемых отходов в продолжении рассматриваемого этапа более интенсивных волн разрежения [8] и уменьшения, таким образом, засорения пор мембраны [4, 6]. Во-вторых, обеспечивается возврат исполнительного элемента установки к началу следующего цикла срабатывания ГИП, а следовательно – увеличивается амплитуда его колебаний [5], что также положительно влияет на повышение производительности процесса фильтрования [4,

6]. Таким образом, принимаем $t_{III} = \frac{1}{2} T_y = \frac{1}{2 \cdot v}$ и подставляем данное значение в уравнения баланса энергий при перемещении поршня гидроцилиндра 9, на III-м этапе цикла ГИП [3]

$$E_{к.н1} + E_{к.н2} / 2 + E_{н.2} + E_{н.у} = E_{к.нр.ж} + E_{к.2} + E_{к.2.о} + E_{н.нр.ж} + E_{н.2.о} + E_{к.с.т.2} + E_{к.в.т.2} + E_{к.в.т.2.о} + E_{к.н.д.2.о}; \quad (8)$$

$$E_{к.н2} / 2 = E_{к.нр.о} + E_{н.нр.о} + E_{фIII} + E_{к.н.д.ф.н.о} + E_{н.о.к} + E_{к.в.т.о.к} + E_{к.в.т.ф.н.о},$$

где $E_{к.н1}$, $E_{к.н2}$ – кинетическая энергия рабочей жидкости в гидросистеме ГИП и отходов, которые подаются насосами 14, 4 [8]; $E_{н.2}$ – потенциальная энергия подъема поршня и штока гидроцилиндра 9; $E_{н.у}$ – потенциальная энергия деформирования пружины 10; $E_{к.нр.ж}$ – кинетическая энергия перемещения рабочей жидкости в подсистеме ГИП при перетекании ее в бак [5]; $E_{н.нр.ж}$ – потенциальная энергия сжатия рабочей жидкости в данной подсистеме, а также деформирования стенок данной подсистемы; $E_{к.2}$, $E_{к.2.о}$ – кинетические энергии перемещения поршня гидроцилиндра 9 и массы отходов в его поршневой полости; $E_{н.2.о}$ – потенциальная энергия сжимания отходов в поршневой полости гидроцилиндра 9 и деформирования ее стенок; $E_{к.с.т.2}$ $E_{к.в.т.2}$ – работа сил сухого и вязкого трения при перемещении поршня гидроцилиндра 9; $E_{к.в.т.2.о}$ – работа сил вязкого трения при перемещении отходов в полости гидроцилиндра 9; $E_{к.н.д.2.о}$ – работа сил пластического деформирования твердых частиц отходов в полости гидроцилиндра 9; $E_{к.нр.о}$ – кинетическая энергия перемещения, приведенной к сечению полости 18 массы отходов в фильтровальной подсистеме установки (данная подсистема включает полость 18, каналы мембраны 3 и гидролинию, соединяющую каналы с баком 12); $E_{н.нр.о}$ – потенциальная энергия сжимания отходов в фильтровальной подсистеме, а также деформирования ее стенок; $E_{к.в.т.ф.н.о}$ – работа сил вязкого трения при перемещении отходов в фильтровальной подсистеме; $E_{к.н.д.ф.н.о}$ – работа пластического деформирования твердых частиц

отходов в фильтровальной подсистеме; $E_{фIII}$ – работа по фильтрованию отходов на III-м этапе цикла ГИП (вытеснения их жидкой фазы через слой осадка из твердых частиц на внутренних поверхностях каналов мембраны 3 и через поры в ее стенках [3]); $E_{н.о.к}$ – потенциальная энергия деформирования мембраны обратного клапана 5 [8]; $E_{к.в.т.о.к}$ – кинетическая энергия вязкого трения мембраны обратного клапана [8].

Уравнения (8), в связи с их громоздкостью, в полном виде в данной статье не приводятся. Составляющая $E_{н.у}$ в уравнениях (8) определяется по формуле

$$E_{н.у} = c_y \cdot (z_{0y} + z_{Ia})^2 / 2, \quad (9)$$

в которой z_{0y} – предварительное сжатие пружины 10.

Решая совместно уравнения (8, 9), находим c_y .

Мощности электродвигателей установки вычисляем как

$$N_{э1} = Q_{н1} p_{э1} \frac{1 - p_{э2} / p_{э1}}{\eta_{н1} \eta_{э1} \eta_{м1}}; \quad N_{э2} = \frac{Q_{н2} p_{м.н}}{\eta_{н2} \eta_{э2} \eta_{м2}}, \quad (10)$$

где $\eta_{н1}$, $\eta_{н2}$ – КПД насосов 14, 4; $\eta_{э1}$, $\eta_{э2}$ – КПД электродвигателей привода насосов; $\eta_{м1}$, $\eta_{м2}$ – КПД муфт, установленных между валами насосов и валами их электродвигателей; $p_{м.н}$ – номинальное давление в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран (определяется с помощью их справочного руководства).

Выводы

1. Одним из наиболее эффективных способов очистки дисперсных отходов пищевых производств является способ потокового виброударного фильтрования через трубчатые керамические мембраны на гидроимпульсных установках. В частности, по сравнению со способом потокового безударного фильтрования, предлагаемый способ обеспечивает на 20 – 24% более высокую и стабильную во времени производительность рабочего процесса.

2. Высокая эффективность предлагаемого способа обусловлена созданием при его реализации в среде отходов, циркулирующих по каналам мембран, ударных волн напряжений и деформаций, обеспечивающих меньшее засорение пор мембран.

3. Для достижения высоких параметров эффективности предлагаемого способа и установки для его реализации в статье приводится методика расчета, позволяющая определять оптимальные конструктивные параметры установки, исходя из заданных физико-механических характеристик отходов и параметров их нагрузки.

Список литературы: 1. *Искович-Лотоцкий Р. Д.* Аналіз способів сепарування вологих дисперсних матеріалів та обладнання для їх реалізації [Текст] / *Р. Д. Искович-Лотоцкий, І. В. Севостьянов* // Вісник національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Машинобудування, 2009. – Випуск №57. – С. 50 – 55. 2. *Валентас К. Дж.* Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов [Текст] / *Валентас К. Дж., Ротштейн Э., Сингх Р. П.* – СПб.: Профессия, 2004. – 848 с. 3. *Севостьянов І. В.* Моделювання гідроімпульсної установки для потокового віброударного очищення вологих дисперсних матеріалів/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. С. Любин* // Промислова гідравліка і пневматика, 2012. – №2 (36). – С. 10 – 15. 4. *Севостьянов І. В.* Експериментальні дослідження процесів потокового віброударного фільтрування вологих дисперсних матеріалів [Текст]/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. С. Любин* // Промислова гідравліка та пневматика, 2010. – №4. – С. 89 – 92. 5. *Искович-Лотоцкий Р. Д.* Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування [Текст]: монографія / *Р. Д. Искович-Лотоцкий*. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 338 с. 6. *Севостьянов І. В.* Моделювання процесів потокового віброударного фільтрування вологих дисперсних матеріалів/ *І. В. Севостьянов, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. С. Любин* // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки, 2010. – Випуск 4. – С. 13 – 23. 7. *Бидерман В. Л.* Прикладная теория механических колебаний/ *Бидерман В. Л.* – М.:

УДК 66.066

Методика расчета параметров гидроимпульсной установки для потокового виброударного фильтрования дисперсных пищевых отходов/ И. В. Севостьянов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 26 (999). – С.164-169. – Бібліогр.: 8 назв.

Наводиться методика розрахунку оптимальних параметрів гідроімпульсної установки для потокового віброударного фільтрування дисперсних харчових відходів, виходячи з їх фізико-механічних характеристик та параметрів навантаження.

Ключові слова: гідроімпульсна установка, потокове віброударне фільтрування, харчові відходи.

The method of calculation of optimum parameters of hydraulic pulse installation for flow vibro-blowing filtering of a disperse food waste, proceeding from their physical-mechanical characteristics and loading parameters is presented in this article.

Keywords: hydraulic pulse installation, flow vibro-blowing filtering, a food waste.

УДК 681.518.5 : 621.3 : 519.816

О. В. ГРАБОВСЬКИЙ, здобувач, Одеська державна академія технічного регулювання та якості

С. Л. ВОЛКОВ, канд. техн. наук, зав. каф.,

Одеська державна академія технічного регулювання та якості

О. О. СКОПА, д-р техн. наук, доц., ОНЕУ, Одеса

РЕГУЛЯРИЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІВС З ВРАХУВАННЯМ НЕЧІТКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

Приводиться трактування оцінки значення показника якості функціонування інформаційно-вимірювальної системи та приналежності його до того або іншого діапазону в термінах теорії нечітких множин, яке забезпечує можливість математичної установки якісних оцінок, що виражаються у формі лінгвістичних оцінок та нечітких чисел.

Ключові слова: показник якості; інформаційно-вимірювальна система; шкала якості; нечітка множина.

Вступ. Визначення значень показників якості (ПЯ) функціонування інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), тобто проведення кількісної оцінки, як правило, проводиться після остаточного вибору номенклатури та побудови дерева (графу) властивостей. При цьому оцінка залежатиме від поточного етапу життєвого циклу ІВС, стадії або етапу та виду функціональної складової, а саме дерево будується на основі деякої наочної структури відповідного функціонального рівня узагальненого показника якості (УПЯ), який, для прикладу, представлений нами на рис. 1 у

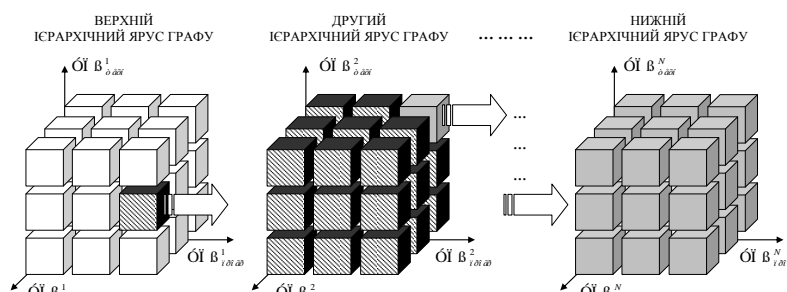


Рис. 1 – Структура функціонального рівня УПЯ у вигляді багатовимірного об'єкту, де N – розмірність множини ПЯ; $УПЯ^N_{інформ}$ – УПЯ інформаційної складової; $УПЯ^N_{прогр}$ – УПЯ програмної складової; $УПЯ^N_{техн}$ – УПЯ технічної складової