

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх,
О. В. Поліщук**

**ВИКОРИСТАННЯ
ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДУ
В ОБЛАДНАННІ ПЕРЕРОБНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 62.822:664
ББК 34.447
І-86

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 3 від 25 жовтня 2012 р.)

Рецензенти:

В. І. Савуляк, доктор технічних наук, професор

І. П. Паламарчук, доктор технічних наук, професор

Іскович-Лотоцький, Р. Д.

І-86 Використання гідроімпульсного приводу в обладнанні переробних виробництв : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 116 с.

ISBN 978-966-641-523-6

Розглянуто розв'язання задачі підвищення ефективності технологічних процесів переробки вторинних продуктів харчових переробних виробництв на основі результатів досліджень різних способів їх механічного зневоднення та розробки нового гідроімпульсного приводу для відповідного обладнання. Показано більш високу технологічну ефективність використання вібраційного способу механічного зневоднення та запропоновано нову конструктивну схему генератора імпульсів тиску для його реалізації. Наведено дослідження математичної моделі гідроімпульсного приводу обладнання та розроблено методику розрахунку його електромеханічної системи.

УДК 62.822:664

ББК 34.447

ISBN 978-966-641-523-6

© Р. Іскович-Лотоцький, Р. Обертюх, О. Поліщук, 2013

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 Огляд існуючих технологій та технологічного обладнання для зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	6
1.1 Властивості матеріалів, що підлягають зневодненню.....	6
1.1.1 Вміст води у вторинних продуктах рослинного походження.....	6
1.1.2 Особливості матеріалів, що підлягають зневодненню	7
1.2 Огляд існуючих технологій зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	9
1.3 Обладнання для механічного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	12
1.4 Використання вібраційних навантажень у технологічних процесах харчових виробництв	17
1.5 Системи приводів пресового обладнання	19
1.5.1 Механічні системи приводів	19
1.5.2 Гідравлічні та гідроімпульсні приводи.	20
1.6 Відомі методи дослідження вібраційних машин з гідроімпульсним приводом	27
РОЗДІЛ 2 Вибір компоновки та розробка приводу нового обладнання для зневоднення вторинних продуктів	29
2.1 Обґрунтування ефективності застосування вібраційного способу зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	29
2.2 Вибір принципової схеми компоновання вібраційної машини та аналіз динамічної взаємодії рухомих мас при реалізації інерційного навантаження.....	43
2.3 Розробка принципової гідрокінематичної схеми вібраційної установки для зневоднення відходів харчових переробних виробництв.....	47
2.4 Розробка нової принципової та конструктивної схем генератора імпульсів тиску гідроімпульсного приводу установки .	50

РОЗДІЛ 3 Дослідження нового гідроімпульсного приводу за допомогою ПЕОМ та оцінка отриманих результатів за допомогою експериментальних досліджень.....	59
3.1 Розробка динамічних та математичних моделей гідроімпульсного приводу вібраційної установки.....	59
3.2 Спрощені динамічні та математичні моделі прямого і зворотного ходів запірних елементів генератора імпульсів тиску та рухомих ланок установки	67
3.3 Аналіз спрощених динамічних моделей гідроімпульсного приводу вібраційної установки для зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	76
3.4 Аналіз осцилографічних записів робочих режимів гідроімпульсного приводу дослідної установки.....	78
3.5 Математична модель електромеханічної системи гідроімпульсного приводу установки для вібраційного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв	84
3.6 Аналіз осцилографічних записів роботи електромеханічної системи приводу в умовах нерівномірного навантаження.....	91
3.7 Розробка методики проектного розрахунку електромеханічної частини гідроімпульсного приводу вібраційного обладнання для зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	94
РОЗДІЛ 4 Нові конструктивні схеми обладнання для зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв.....	98
ВИСНОВКИ	103
ЛІТЕРАТУРА	104

ВСТУП

Вторинні продукти харчових переробних виробництв, такі як жом цукрового буряка, спиртова барда, пивна дробина, ягідні та фруктові жмихи тощо широко використовуються в тваринництві як корми. Проте висока вологомiсткiсть таких кормiв ускладнює їх зберiгання та транспортування. Для вирiшення проблем iз транспортуванням та зберiганням, наприклад, жому цукрового буряка його пiддають зневодненню. На сьогоднішнiй день основними технологiчними процесами переробки таких вiдходiв є механiчне зневоднення за допомогою шнекових та стрiчкових пресiв з подальшим висушуванням i брикетуванням або гранулюванням. Використовуванi на сьогоднішнiй день технологiї i обладнання механiчного зневоднення не є достатньо ефективними, що зумовлює значну енергоємнiсть технологiчних процесiв отримання сухого жому цукрового буряка i, вiдповiдно, його високу собiвартiсть.

Вiдомо, що ефективнiсть та надiйнiсть роботи багатьох машин першочергово залежить вiд надiйностi роботи їх приводiв. Серед вiдомих конструкцiй приводiв вiбрацiйних машин таким, що вiдповiдає бiльшостi необхідних вимог, є гiдроiмпульсний привод, оскiльки вiн дозволяє забезпечити стабiльний частотний режим вiбрацiйного навантаження зi значним робочим зусиллям при вiдносно невеликих габаритних розмiрах, простотi керування та достатньо високiй надiйностi експлуатацiї. У зв'язку з вищевикладеним можна зробити висновок, що розробка нового вiбрацiйного обладнання з гiдроiмпульсним приводом для зневоднення вторинних продуктiв харчових переробних виробництв є актуальною науково-технiчною задачею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧОВИХ ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

1.1 Властивості матеріалів, що підлягають зневодненню

1.1.1 Вміст води у вторинних продуктах рослинного походження

Продукти рослинного походження в своєму складі містять воду, яка є природним компонентом сировини, а також застосовується в проміжних стадіях технологічного процесу. Основні форми зв'язку води з матеріалами за схемою, запропонованою академіком П. А. Ребіндером [96]:

- 1) хімічний зв'язок (відрізняється точними кількісними співвідношеннями);
- 2) фізико-хімічний зв'язок (вода утримується в матеріалі фізично та хімічно в несуворо визначених співвідношеннях);
- 3) фізико-механічний зв'язок (вода утримується в матеріалі фізично і механічно в невизначених співвідношеннях).

Розрізняють два види хімічного зв'язку: іонний та молекулярний. Іонний зв'язок утворюється за рахунок хімічних реакцій і обумовлений первинною валентністю (електростатичними силами взаємодії), за інтенсивністю це дуже міцний вид зв'язку. Руйнується цей вид зв'язку за умови хімічних взаємодій, іноді нагрівання. При утворенні іонного зв'язку вода як така зникає. Молекулярний зв'язок утворюється за рахунок кристалізації з розчинів (утворення кристалогідратів), причиною є вторинна валентність; за інтенсивністю це також міцний зв'язок. Руйнується цей вид зв'язку нагріванням до високих температур. При утворенні молекулярних зв'язків вода входить у структуру кристалів.

Фізико-хімічний зв'язок існує у двох видах: адсорбційний (зв'язок води в гідратних оболонках) та осмотичний. Адсорбційний зв'язок утворюється завдяки розчиненню у воді (утворенню сольвентних оболонок) та адсорбції води; причиною, яка обумовлює утворення такого зв'язку, є молекулярне силове поле як усіх молекул, так і молекул внутрішнього та зовнішнього шарів окремо; осмотичний зв'язок утворюється завдяки осмотичному тиску. Адсорбційний зв'язок має середню інтенсивність і в окремих випадках є незворотнім, осмотичний зв'язок є зв'язком-утриманням. Шляхами порушення адсорбційного

зв'язку є випаровування, десорбція та дезадсорбція. Осмотичний зв'язок порушується вилученням вологи та утворенням більш концентрованого розчину ззовні клітини. При утворенні адсорбційного зв'язку вода може входити в сольвентні оболонки та не змінювати своїх властивостей, утворювати колоїдні розчини або входити в мономолекулярний поверхневий шар та втрачати свої властивості. У випадку осмотичного утворення зв'язку відбувається просте набухання тіла.

Існує чотири види фізико-механічного зв'язку: структурний, в мікро- та макрокапілярах і зв'язок змочування. Структурний зв'язок виникає при утворенні гелю; зв'язок в мікрокапілярах утворюється поглинанням води з вологого повітря чи при безпосередньому контакті; зв'язок в наскрізних макрокапілярах утворюється поглинанням при безпосередньому контакті, а в замкнених макрокапілярах – поглинанням з вологого повітря; зв'язок змочування утворюється прилипанням води при безпосередньому контакті з поверхнею тіла. Причинами утворення зв'язку є захват при утворенні структури гелю, капілярний тиск обумовлений кривизною поверхні рідини та її поверхневим натягом, що характеризується кутом змочування. За інтенсивністю вода утримується механічно у всіх випадках, за винятком мономолекулярного та приповерхневого нашарувань, які зв'язані адсорбційно. Умовами порушення зв'язку є випаровування, віджимання вологи тиском та інші механічні способи. Вода залишається вільною та зберігає свої властивості, крім води, зв'язаної адсорбційно (приповерхневий та мономолекулярний шари) та структурно (гель).

У нашому випадку найбільш цікавим є фізико-механічний зв'язок, тому що так зв'язано приблизно 60 % води, яка зосереджена в матеріалі, і даний зв'язок не є достатньо міцним.

Отже, основною задачею при зневодненні рослинних матеріалів є руйнування фізико-механічних і частково фізико-хімічних зв'язків. Руйнування хімічних зв'язків не є доцільним, адже у такому випадку спостерігатиметься зворотній процес, а саме – поглинання води з навколишнього середовища, яке триватиме до повного відновлення зруйнованих зв'язків. Виконання поставленої задачі можливе при застосуванні механічних та термічних методів зневоднення.

1.1.2 Особливості матеріалів, що підлягають зневодненню

Серед вторинних продуктів, які використовуються в сільському господарстві в якості кормів, найбільш широкоживаними є зернова барда, що є залишковим продуктом спиртового виробництва, жом цу-

крового буряка, що є залишковим продуктом цукрового виробництва, та ін.

Хімічний склад зернової барди досліджений доволі добре [24, 63, 92, 114]. В Україні на спирт переробляють, в основному, жито, кукурудзу, овес і, в теперішній час, пшеницю.

Спиртові заводи працюють переважно на зернових сумішах, тому склад барди, отриманої з суміші зернових продуктів, дещо відрізняється від складу барди, отриманої з одної культури.

Склад барди залежить також від режиму розварювання сировини. В 1 т натуральної барди міститься 40...70 кормових одиниць. При переробці 1т зерна виходить приблизно 4 т барди.

Буряковий жом містить 0,2...0,3% цукру і низку нецукрових речовин. Склад м'яких речовин (%) до маси цього вторинного продукту: пектинових речовин 50, целюлози 24, геміцелюлози 22,9, білків 2,1 і золи 1 [45, 64, 86].

В жомі, крім простих білків, міститься незначна кількість складних білків – протеїдів, головним чином опротеїдів – сполук білків з іншими високомолекулярними речовинами (нуклеїновими кислотами). В останніх містяться азотисті структурні елементи.

В сирому жомі загальний вміст амінокислот коливається в межах 0,3...0,5% [64, 86].

Суша речовина жому є м'якоттю буряка (близько 5 кг на 100 кг буряка), до якої приєднані білки з соку, що залишилися в нерозрізаних клітинах (0,4 кг – близько 2/3 всіх білків буряка), і цукор (0,2 кг). М'якоть буряка складається з білків (0,1 кг) та пектинових речовин (2,4 кг). При віджиманні води з жому перед його сушінням близько 0,6 кг сухих речовин втрачається і в ньому залишається всього 5 кг сухих речовин на 100 кг буряка [45].

Сирий буряковий жом відноситься до числа трьохфазних продуктів, що складаються з твердої, рідкої та газоподібної фаз [64].

Зневоднення трьохфазних продуктів супроводжується відділенням газоподібної фракції (повітря) і відводом рідини одночасно з ущільненням твердої фази. Відвід повітря здійснюється за порівняно невеликий проміжок часу при мінімальному тискові [37, 38, 81].

Вода в жомі за формами зв'язку розподіляється таким чином. Якщо загальну кількість води, що міститься в пробі матеріалу, прийняти за 100 %, то адсорбційно зв'язана вода складе 3,1 %, капілярна вода – 14,2 %, осмотично утримувана вода – 22,7 %, механічно утримувана – 60 % [45, 64, 86].

1.2 Огляд існуючих технологій зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв

Перелік способів зневоднення сировини та відходів виробництва, що використовуються в харчовій промисловості, а також їх переваги та недоліки наведено в табл. 1.1. Серед наведених способів найбільшого поширення дістало механічне зневоднення, що на відміну від більшості інших способів не вимагає значних витрат енергії, дозволяє повторне використання видаленої з сировини води, забезпечує збереження вмісту поживних речовин у продукті, а також не потребує залучення значних виробничих площ. Проте цей спосіб зневоднення не дозволяє отримати кінцевий продукт з вологістю, за якої можливе його тривале зберігання. Для отримання кінцевого продукту, вологість якого згідно з ДСТУ 18.1-94 не повинна перевищувати 14 %, необхідним є його подальше сушіння або випаровування. Останній процес є досить енергоємним [38, 45, 64], що в сучасних ринкових умовах зумовлює низький попит на кінцевий продукт. Тому для зниження собівартості такого продукту перш за все необхідно знизити енергозатрати на його виробництво.

Сушений буряковий жом випускають як в розсипному вигляді, так і у вигляді гранул. Висушування проводять у жомосушильному відділенні цукрових заводів, а подальшу обробку – у відділі гранулювання [45, 65]. На деяких підприємствах, де немає відділень гранулювання, здобрювання сирого жому мелясою проводять в жомосушильному відділенні, інших добавок не вводять. Там, де є відділення гранулювання, всі добавки (меляс, амідомінеральні і органічні) вводять вже у висушений жом.

Принципова апаратурно-технічна схема виробництва жому наведена на рис. 1.1 [26, 38, 79]. Буряковий жом з вмістом сухих речовин 6-8% з дифузного апарата через шнек-водовідділювач надходить для попереднього віджимання в преси 3. Частина попередньо віджатого жому може направлятися в сховища, а частина конвеєром 4 подається в преси 5 для заключного віджимання. Жом з вмістом сухих речовин до 16...22% ковшовим елеватором по конвеєру подається в приймальний бункер. В залежності від компонування обладнання жом в приймальний бункер 8 може подаватись одним тільки елеватором чи конвеєром 7. З приймального бункера жом подавачем 9 подається в жомосушильний барабан 10.

Таблиця 1.1 – Основні методи зневоднення сировини та відходів харчових переробних виробництв

Методи переробки	Переваги	Недоліки
Відстоювання	Відсутність побічних продуктів та енергозатрат	Значна тривалість, незначне відділення води, необхідність значних площ для відстійників
Механічне зневоднення	Низькі енергозатрати, висока продуктивність (800-1200 т/добу), відсутність побічних продуктів	Незначне зниження вологості матеріалу (максимальний вміст СР складає 25 %)
Сушіння та випарювання	Необмежене зниження вологості матеріалу, відсутність побічних продуктів	Висока енергоємність (витрати природного газу від 0,25 м ³ /кг), невисока продуктивність сушарок (до 240 т/добу)
Електрохімічний	Значне відділення води від матеріалів, мала тривалість технологічних процесів	Високі енергоємність та втрати поживних речовин, забрудненість остаточного продукту реагентами
Фізико-хімічний	Значне відділення води від матеріалів, висока продуктивність	Значні втрати поживних речовин, забрудненість продукту коагулянтами
Біологічний	Можливість отримання біопалива, значне відділення рідкої фази від матеріалу	Втрата поживних речовин та забрудненість матеріалу продуктами життєдіяльності бактерій

Ступінь зневоднення жому залежить від конструкції пресів і підтримання в заданих межах основних технологічних параметрів, що впливають на процес (конструктивні характеристики, що впливають на ступінь пресування, закладені в конструкцію машин).

Для отримання ступеня зневоднення, що відповідає заданим параметрам, необхідно підтримувати визначені рН і температуру в дифузній установці, якість бурякової стружки та вміст дрібних частинок останньої, виконувати постійне та рівномірне завантаження і витримувати температурний режим процесу пресування [81, 86, 97].

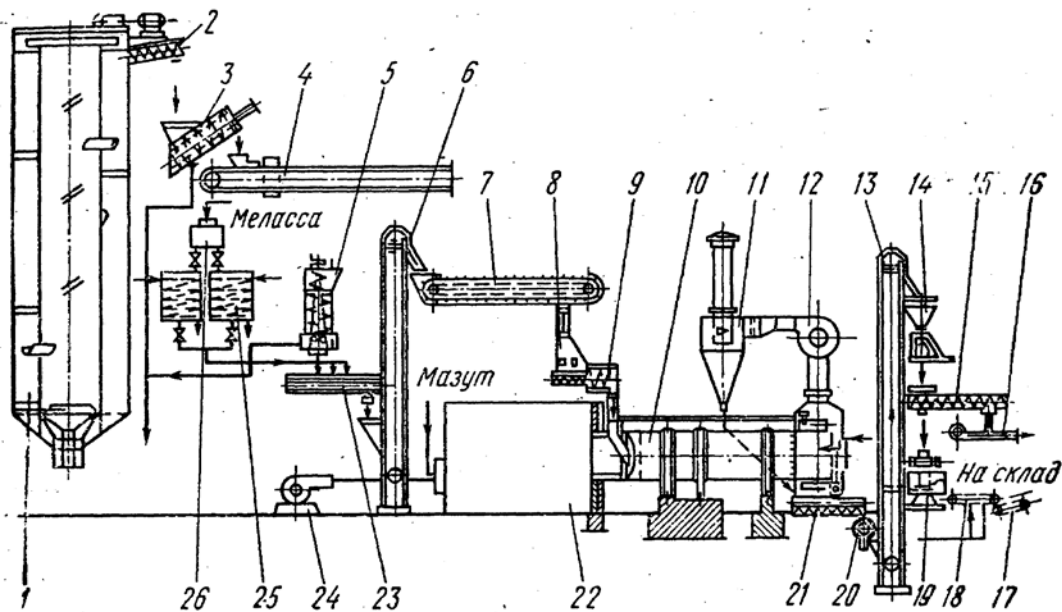


Рисунок 1.1 – Принципова апаратурно-технологічна схема виробництва жому

При підвищенні рН жомоводяної суміші процес зневоднення ускладнюється. Величину рН слід підтримувати в межах 5,5...6,0 [94]. Менші значення рН доцільніші з точки зору підвищення ступеня зневоднення. Температура середовища в робочій камері повинна бути 70...72 °С, подальше підвищення температури призведе до зниження кількості сухих речовин у зневодненому жомі на 2...3 % [81, 94, 99]. При охолодженні жому перед потраплянням його на переробку необхідно передбачувати підігрівання його безпосередньо в пресах.

Значний вплив на ступінь зневоднення має вміст м'яких речовин в стружці. З підвищенням вмісту м'яких речовин ступінь зневоднення знижується. М'які речовини мають значну адсорбційну здатність до іонів кальцію, поглинаючи які вони зменшують свою здатність утримувати воду. В закордонній практиці в дифузійну воду додають хлористий кальцій [98]. Однак при його використанні мають місце втрати цукру в виробництві. Вважається, що застосування хлористого кальцію для поліпшення ступеня зневоднення жому виправдовується, оскільки при витраті його не більше 0,01 % до маси буряка вміст сухих речовин в зневодненому жомі збільшується на 2 % [38, 99].

Підвищення вмісту дрібних частинок в буряковій стружці значно впливає на якість процесу, оскільки потовщена стружка і наявність

«гребінців» погіршують умови видалення води. Потовщена стружка збільшує опір фільтруючого шару, а наявність «гребінців» знижує швидкість міграції води зсередини частинки жому до його поверхні [38, 81, 86, 99].

Зі збільшенням вмісту цукру в жомі різко погіршуються умови його зневоднення, тому для досягнення необхідного рівня зневоднення жому необхідно строго витримувати межі вмісту цукру в жомі, вказані в паспортних даних обладнання.

Нерівномірність завантаження пресів є одним з найважливіших факторів, що мають вплив на режим зневоднення. Недовантаження пресів призводить до зниження ступеня видалення води. В таких випадках, виходячи з умов роботи цукрових заводів, доцільно ділити преси на ті, що працюють на сушильне відділення, і ті, що працюють на сховище. Так можна працювати на тих заводах, де можливе розділення транспортних ліній, що транспортують жом в сушильне відділення і сховище.

В умовах цукрових заводів вартість теплової енергії в багато разів перевищує вартість механічної, тому необхідно прагнути до найбільш повного механічного зневоднення жому. Це дасть можливість скоротити витрати палива для його висушування [62, 86, 99].

З підвищенням цін на енергоносії останнім часом на цукрових заводах значну частину бурякового жому реалізують в кислому стані. Це призводить до значних втрат поживних речовин, оскільки зберігання жому в кислому стані прискорює процес ферментації поживних речовин. Такий жом погано зберігається. З наведеного вище огляду технологічного процесу видно, що значного скорочення витрат енергії можна досягти підвищенням продуктивності обладнання для механічного зневоднення. Тому розробка нового обладнання для механічного зневоднення жому є актуальною задачею, що має велике значення для народного господарства.

1.3 Обладнання для механічного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв

Для механічного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв можна використовувати шнекові, валкові, ексцентрикові, стрічкові та гідравлічні пак-преси, типові приклади такого обладнання наведені на рис. 1.2.

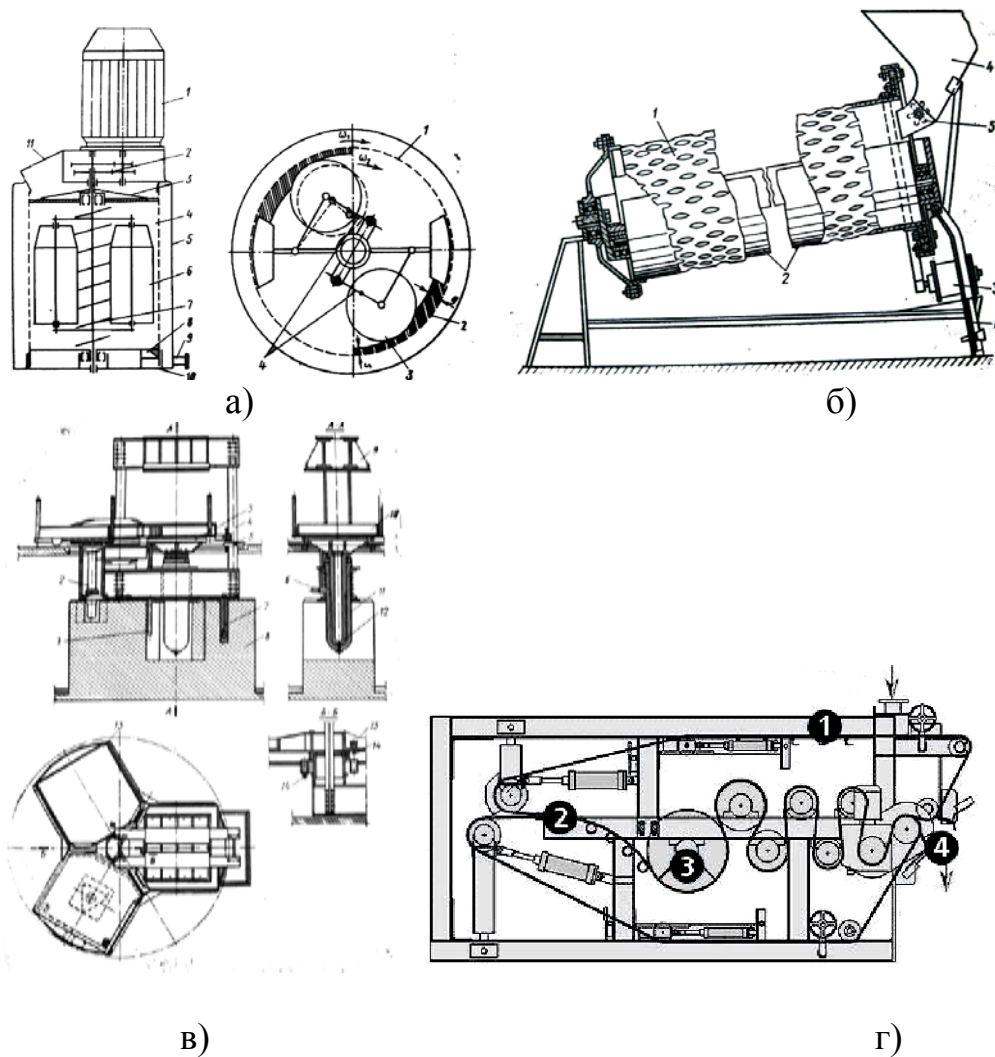


Рисунок 1.2 – Конструктивні схеми пресового обладнання для зневоднення водомістких матеріалів і продуктів: а) валковий прес; б) похилий ексцентриковий прес; в) гідравлічний пак-прес; г) стрічковий фільтрпрес

Серед наведених типів обладнання найбільшого поширення набули шнекові преси, що можна пояснити невисокими енерговитратами під час виробництва та достатньою продуктивністю. На сьогоднішній день на цукрових заводах сирий жом віджимають в пресах попереднього віджимання до вмісту 18 % сухих речовин, заключного віджимання до вмісту 22 % сухих речовин або в пресах глибокого віджимання до 25 % сухих речовин [38, 64, 81]. При цьому видалена з жому вода транспортується на апарати для додаткового видалення цукру, а віджятий жом транспортують в сушильні відділення. Зневоднення жому в поєднанні з поверненням видаленої води на дифузії дає найбільший ефект, оскільки зменшуються втрати цукру на дифузії і різко знижуються витрати свіжої води, що є позитивним явищем для заводів з малим дебетом води [64, 81].

Всі шнекові преси включають в себе завантажувальні пристрої, кожухи и гвинти. На продуктивність шнека суттєвий вплив мають конструктивно-режимні параметри. Зі збільшенням частоти обертання гвинта виникає гальмівна дія на вантаж [38, 81] і продуктивність завантажувального та розвантажувального вузлів знижується, а продуктивність транспортувального вузла гвинта росте [81]. Найбільшу продуктивність розвантажування отримують при осьовій і круговій схемі. При кутових конструкціях розвантажувальних пристроїв і рівних площах перерізів кожуха гвинта й розвантажувального патрубка продуктивність знижується на 6...12 %, а потужність підвищується на 50 % і більше [81, 99].

Типовими шнековими пресами попереднього віджимання [38, 81, 99] є горизонтальний прес ПСЖ-57 (рис. 1.3) та його модифікації ПСЖН-57 та ПСЖН-68. Преси ПСЖН-57 та 68 відрізняються від ПСЖ-57 похилим розташуванням шнека та циліндричного сита. Зневоднення в шнекових пресах відбувається перш за все за рахунок переміщення жому за допомогою витків шнека з простору з більшим об'ємом в простір з меншим об'ємом і його стискання, яке супроводжується відділенням води від жому. Частина води видаляється з робочої зони через циліндричне сито, а друга частина – через порожнину всередині шнека. Ступінь кінцевого зневоднення регулюється радіальним зазором між циліндричним ситом і шнеком на виході жому з преса. Зі зменшенням зазору збільшується ступінь зневоднення продукту, що приводить до підвищення вмісту сухих речовин у віджатому жомі. Радіальний зазор, а відповідно і ступінь віджимання, регулюються автоматично і залежать від кількості жому, що потрапляє в прес.

Вміст сухих речовин у віджатому жомі і продуктивність пресів ПСЖ-57, ПСЖН-57 та ПСЖН-68, відповідно, складає 11, 1...12,5 та 12...14 % і 800...1000, 1300 та 1200 т/добу [81, 99]. Досвід експлуатації названих вище пресів на Лохвицькому цукровому комбінаті показав, що фактичний вміст сухих речовин у віджатому жомі не відповідає паспортним даним пресів і складає 9...10% [81].

Типовим пресом кінцевого віджимання є прес ПСЖ-57, показаний на рис. 1.4 [38, 81]. Відмінність преса від розглянутих вище полягає в вертикальному розташуванні виконавчих ланок, а саме: шнека та циліндричного сита, та більш «потужному» їх конструктивному виконанні, що полягає в збільшеній товщині стінок шнека і сита та зміцне-

ній конструкції станини, а також можливості подачі пари в робочу зону преса для підігрівання жому в процесі пресування. Продуктивність преса складає 500 т/добу при виході продукту з вмістом сухої речовини 14...15% [81, 99].

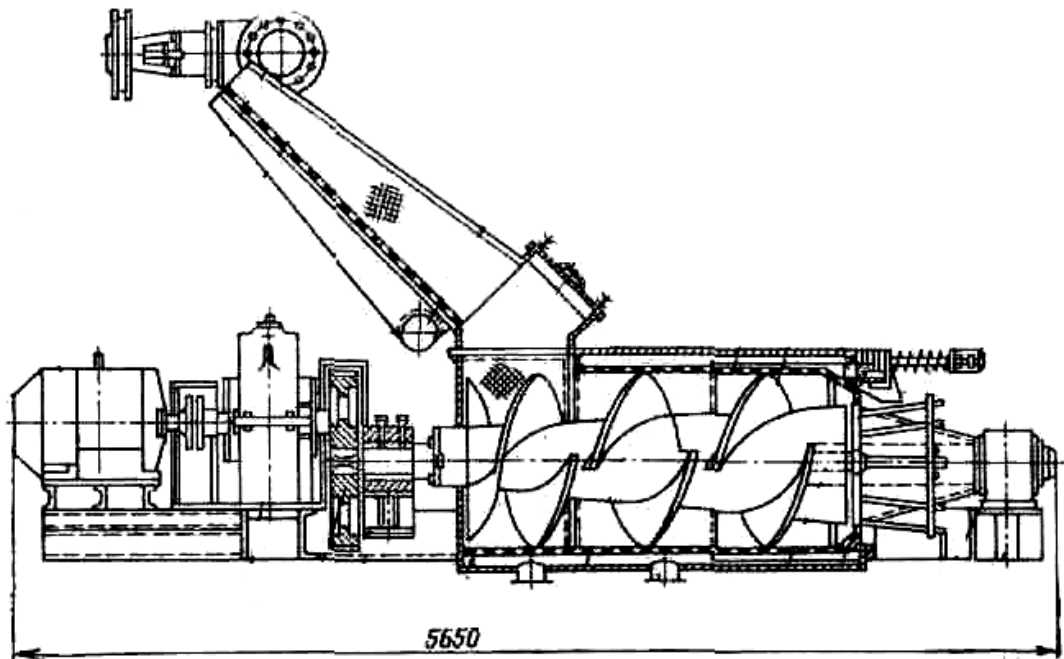


Рисунок 1.3 – Горизонтальний прес ПСЖ-57

Серед пресів групи досить широко використовуються також преси германських виробників ZFE за ліцензією фірми «Сельвіг і Ланге» [81].

Одним з найбільш широковикористовуваних пресів глибокого віджимання є двошнековий прес фірми Сторд, зображений на рис. 1.5 [81].

Основними відмінностями преса є двошнекова конструкція, що дозволяє не встановлювати проміжні елементи для перемішування пресованого жому, використання в якості конструктивного матеріалу основних виконавчих елементів нержавіючої сталі, тоді як в попередньо розглянутих пресах цим матеріалом була латунь на чавунній основі, малий кут підйому витків шнека – 7...17° та повна автоматизація виробничого процесу, що виключає необхідність обслуговування преса під час робочого процесу. Продуктивність преса складає 700...1000 т/добу при кінцевому вмісті сухої речовини в переробленому жомі 22...25% [38, 1].

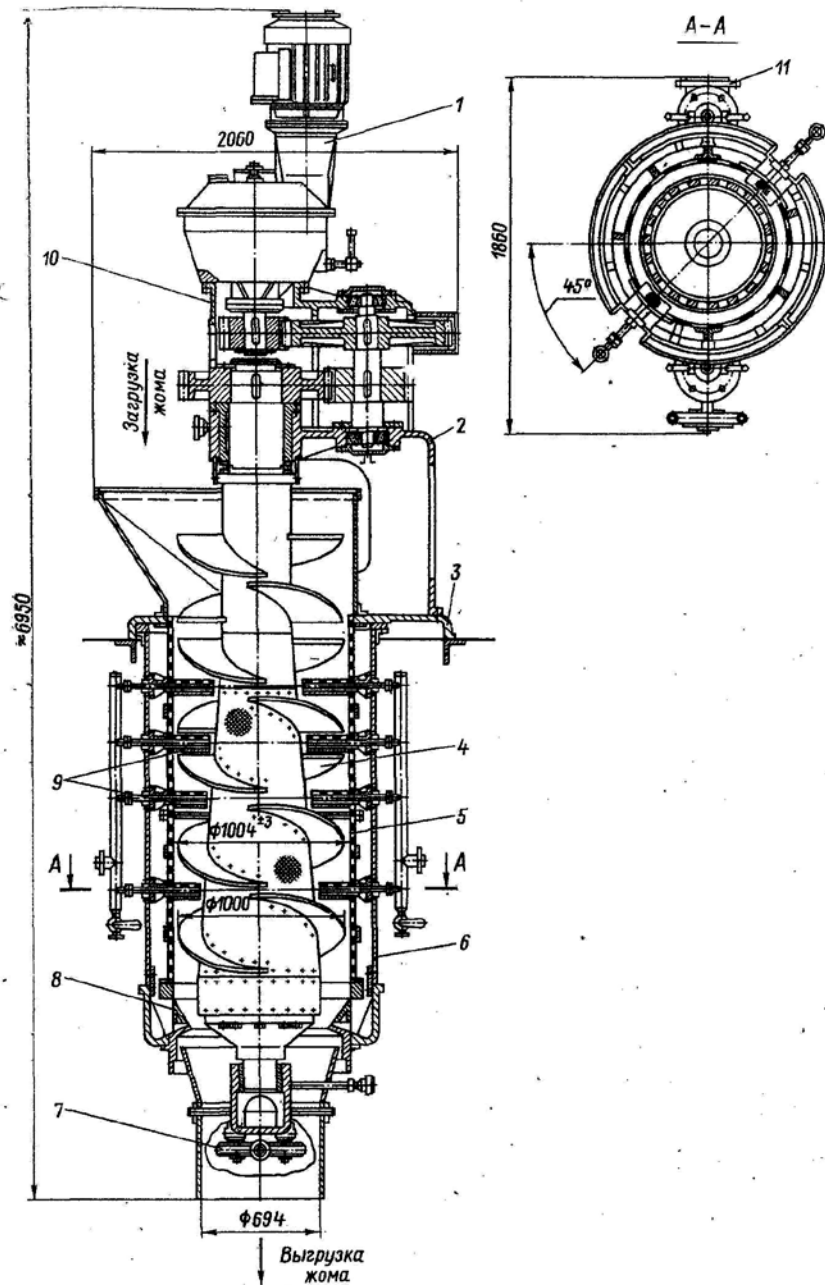


Рисунок 1.4 – Вертикальний прес ПВЖ-57

Слід зазначити, що основна маса науковців і дослідників вважає шнекові преси найбільш перспективним обладнанням для механічного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв. Про це свідчать роботи, проведені в Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім. М. В. Ломоносова П. П. Ліпняговим, О. В. Іваненко, В. Ф. Лисяком, О. К. Пугаченко [1], в Ростовському інституті сільськогосподарського машинобудування за участі С. Н. Ісаханова, В. І. Фоміна та ін. [2], в Рязанському сільськогосподарському інституті ім. П. А. Костичева В. М. Орешкіним та

В. М. Ульяновим [3], у Київському технологічному інституті харчової промисловості Ю. В. Микалом, Ю. А. Зайцем і А. В. Лисіковим [5], роботи проведені германськими вченими Тегтмейером Куртом, Люрсом Херманном и Вернером Вольфгангом [6] та ін.

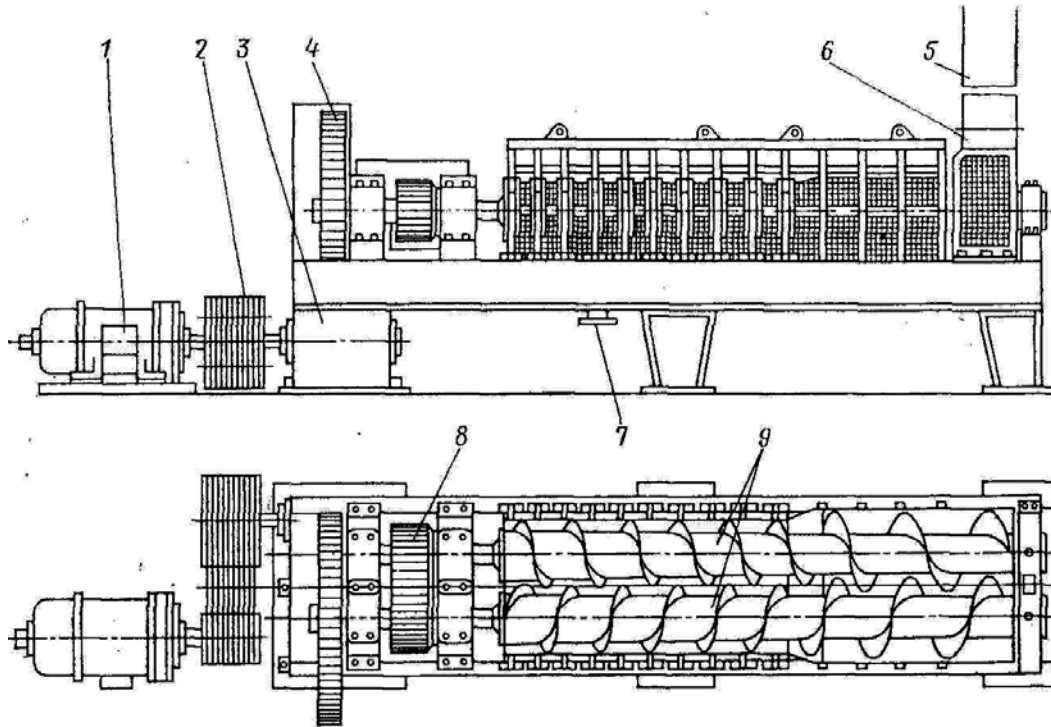


Рисунок 1.5 – Двошнековий горизонтальний прес фірми Сторд BS-64S

Проте слід зауважити, що сьогодні все більшого поширення набувають пристрої з комбінованим впливом на матеріал.

1.4 Використання вібраційних навантажень у технологічних процесах харчових виробництв

На сьогоднішній день вібраційні технології дедалі ширше використовуються в технологічних процесах виробництва. Це можна пояснити тим, що використання вібраційного навантаження дозволяє підвищити продуктивність обладнання, скоротити виробничий цикл і покращити якість готового продукту [20, 34, 90].

У промисловості та сільському господарстві вібраційна техніка використовується для інтенсифікації таких процесів, як транспортування і дозування матеріалів, розділення сумішей на фракції, подрібнення і ущільнення, фільтрування, гранулювання, формування, су-

шіння, тощо [14, 15, 24, 43, 85, 120]. Значні внески в розвиток вібраційних технологій та їх використання в харчовому виробництві належать А. П. Бабічеву, П. С. Бернику, П. О. Ребіндеру, Р. Д. Ісковичу-Лотоцькому, А. І. Українцю, Г. А. Хайлісу, І. П. Паламарчуку.

Вібраційний вплив на оброблювані матеріали та середовища легко піддається регулюванню завдяки зміні частоти та амплітуди коливань, що дозволяє легко забезпечити його найбільш ефективні режими [15, 19].

Розглянутий в попередньому розділі процес зневоднення жому цукрового буряка є двоступеневим, а саме: процес пресування – механічного зневоднення та термічного зневоднення – сушіння чи випаровування.

У харчовій промисловості вібраційні технології використовуються під час транспортування, проціджування та одночасної механічної очистки спиртових, хлібопекарських, пивних, кормових та ін. дріжджів [43, 63, 69]; у технологічних процесах виготовлення сухого молока для його сушіння та відсіювання; під час сортування ягід для швидкої заморозки; в процесах розморожування риби та інших морепродуктів [9, 23] тощо.

Відомі також роботи, в яких розглянуто застосування вібраційних технологій в цукровому виробництві. Так, в роботі [110] йдеться про інтенсифікацію процесу кристалізації цукру завдяки підвищенню процесу тепловіддачі, швидкість якого в різних частотних режимах зростає від 2,5 до 9 разів. У роботі [64] згадується про зміни реологічних властивостей жому цукрового буряка під час накладання динамічних навантажень, що полягають у зменшенні його в'язкості з підвищенням швидкості зсуву частинок в середовищі, що, відповідно, сприяє збільшенню швидкості переміщення води в ньому.

Прикладом нецілеспрямованого використання вібраційного навантаження для зневоднення рослинної маси є процес її транспортування автотранспортом до кінцевого споживача. Під час перевезення рослинна маса піддається постійному стрясанню. Цей процес можна розділити на два етапи: імпульсний вплив з боку кузова автомобіля і інерційний вплив, що зумовлений силою власного тяжіння під час повернення у вихідне положення. Результатом цього процесу є суттєве зниження вологості рослинної маси, яку отримує споживач. Але зневоднення таким чином має і свої недоліки, а саме: по-перше, споживач купує вторинний продукт високої вологості, витрачаючи кошти і на

воду, яка втрачається під час перевезення, а по-друге, вода, яка видаляється під час транспортування, забруднює навколишнє середовище, оскільки містить у собі органічні кислоти, білки та інші сполуки.

Враховуючи вищенаведене, можна говорити про доцільність використання вібраційних режимів в процесах механічного зневоднення жому цукрового буряка та інших вторинних продуктів харчових переробних виробництв.

1.5 Системи приводів пресового обладнання

1.5.1 Механічні системи приводів

З ростом числа нового високопродуктивного і енергоємного обладнання та машин великого значення набуває проектування трансмісій, від яких залежить функціональна робота та безвідмовність і термін експлуатації машин [28].

В залежності від способу передачі енергії користувачу розрізняють механічні, гідравлічні, електричні, пневматичні і комбіновані (гідромеханічні, електромеханічні, електрогідравлічні та ін.) приводи.

Механічні приводи широко використовуються у виробництві пресового обладнання та інших галузях народного господарства завдяки простоті в експлуатації і ремонті, невисокій вартості та високому ККД [42, 43, 107].

Застосування механічних приводів вимагає використання відповідних енергоперетворювачів (двигуни внутрішнього згорання, гідромотори, електромотори), уніфікованих або стандартних складальних одиниць (редуктори, муфти, варіатори) і деталей (зірочки, шківни, зубчасті колеса, ремені, цепи, підшипники, кріплення та ін.), параметри яких обумовлені визначеними кінематичними обмеженнями, силовими і компоновальними параметрами машини [42, 60, 107]. За відсутності жорстких обмежень під час проектування існує можливість отримати багато конструктивних рішень, кожне з яких буде допустимим.

У пресовому обладнанні механічні приводи використовуються поряд із гідравлічними. Застосування механічних пресів характерне для технологічних процесів, де потребуються обмежені зусилля і число операцій, виконуваних пресом при виготовленні виробів чи здійсненні інших операцій.

Прикладом використовуваних приводів пресового обладнання можуть бути кінематичні схеми приводів наведених вище пресів попереднього, кінцевого та глибокого віджимання, показані на рис. 1.6а, б, в.

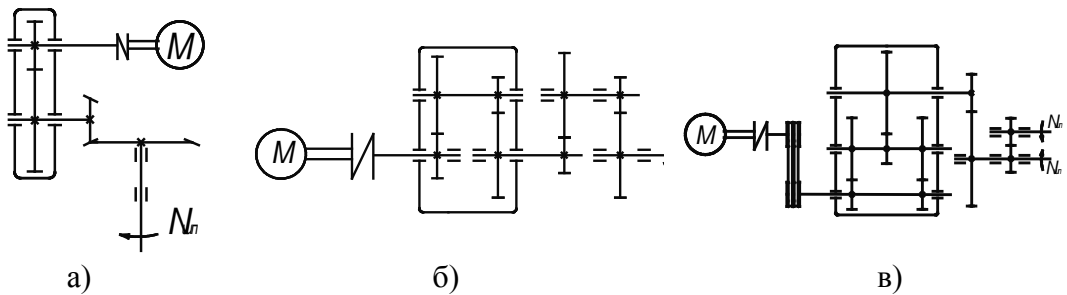


Рисунок 1.6 – Кінематичні схеми приводів шнекових пресів для віджимання сирого жому: а) похилий прес ПСЖН-57; б) вертикальний прес ПВЖ-57; в) двошнековий горизонтальний прес «Сторд BS-64S»

Приводи цих пресів виконані за типовою схемою: електродвигун – трансмісія – вихідна ланка. В усіх трьох приводах використовуються потужні асинхронні електродвигуни. Трансмісії містять у собі багатопасову та зубчасті передачі різних типів: закриті, відкриті циліндричні та конічні. Використання таких типів передач у проектуванні приводів має низку своїх переваг: 1) простота в проектуванні конструкції; 2) уніфікованість вузлів та деталей, що спрощує ремонт та обслуговування; 3) відносно низька вартість виготовлення приводів. Але поряд з перевагами використання механічних приводів має також і недоліки, а саме: 1) конструктивні та виробничі обмеження приводу, що виникають у випадку необхідності забезпечення великого передаточного числа; 2) необхідність введення кінематичних ланок у привод для відповідного просторового розміщення складових, що призводить до збільшення габаритних розмірів та ускладнення конструкції приводу; 3) складність регулювання швидкості виконавчої ланки, що потребує високовартісного електричного чи електромеханічного обладнання.

Всі ці проблеми легко вирішуються за умови використання гідравлічних приводів, що й спричиняє їх широке використання в техніці [17, 28, 29, 56, 59].

1.5.2 Гідравлічні та гідроімпульсні приводи

Гідравлічні приводи широко використовуються майже в усіх галузях народного господарства. Це пояснюється можливістю передачі великих зусиль з високою ефективністю при порівняно невеликих габаритних розмірах [17, 29, 56, 59] із зниженням динамічних навантажень на елементи машин.

Широкий діапазон головних робочих параметрів визначив існування двох видів приводів:

ЛІТЕРАТУРА

1. А. с. 1638026 СССР. МПК⁵ В 30 В 9/18. Шнековый пресс для отжима растительного сырья / П. П. Липнягов, А. В. Иваненко, В. Ф. Лысяк, О. К. Пугаченко, В. П. Радей (СССР). – № 4457395; заявл. 08.07.1988; опубл. 30.03.1991, Бюл. № 12.

2. А. с. 1523395 СССР. МПК⁴ В 30 В 9/12. Шнековый пресс / С. Н. Исаханов, В. И. Фомин, О. Р. Крищев, Г. И. Проценко, Н. И. Пройдак, В. Н. Мумыга, В. И. Рига (СССР). – № 4196722; заявл. 17.02.1987, опубл. 23.11.1989, Бюл. № 43.

3. А. с. 1639971 СССР. МПК⁵ В 30 В 9/18. Шнековый пресс для отжима / М. В. Орешкина, В. М. Ульянов (СССР). – № 4605033; заявл. 14.11.1988, опубл. 07.04.1991, Бюл. № 13.

4. А. с. 1194689 СССР. МПК⁴ В 30 В 9/14. Пресс для отжима жидкости преимущественно из растительных материалов / Ю. Ф. Новиков, В. Д. Сабсай, И. А. Зильбер (СССР). – Опубл. 1985, Бюл. № 44.

5. А. с. 1459936 СССР. МПК⁴ В 30 В 9/14. Шнековый пресс для отжима жидкости / Ю. А. Заяц, Ю. В. Мыкал, А. В. Лысыков (СССР). – № 3779650; заявл. 09.08.1984, опубл. 30.11.1985, Бюл. № 7.

6. А. с. 1831432 СССР. МПК⁵ В 30 В 9/14. Винтовой пресс для отжима жидкости из материала преимущественно свекловичного жома / Тегтмейер Курт, Люрс Херманн, Вернер Вольфганг (СССР). – № 4356207; заявл. 02.08.1988, опубл. 30.07.1993, Бюл. № 28.

7. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода: справочник / Е. И. Абрамов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. – К. : Техніка, 1977. – 320 с.

8. Андронов А. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз – СПб. : Питер, 2004. – 461 с.

9. Антуфьев В. Т. Современные способы размораживания рыбы [электронный ресурс] / В. Т. Антуфьев, В. В. Пеленко, О. В. Бычихин // Электронный научный журнал : Процессы и аппараты пищевых производств – Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2010 – № 2. (<http://processes.open-mechanics.com/>)

10. Архїпчук М. Р. Швидкодїйний генератор імпульсов давлення для управління гідроімпульсними поводами вібраційних технологічних машин: дис... канд. техн. наук: 05.02.03 / Архїпчук Марія Романівна, Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця, 2006. – 221 с.
11. Бабаков И. М. Теория колебаний / И. М. Бабаков – М. : Наука, 1968. – 559 с.
12. Бабичев А. П. Вибрационные станки для обработки деталей / А. П. Бабичев, В. Б. Трунин, Ю. Самодумский – М. : Машиностроение, 1984. – 168 с.
13. Баранов В. Н. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы / В. Н. Баранов, Ю. Е. Захаров – М. : Машиностроение, 1977. – 326 с.
14. Бартенев В. Д. Разработка машины для съема плодов со срезанных ветвей облепихи / В. Д. Бартенев // Ползуновский альманах. – 2005. – № 1. – С. 16–17.
15. Бауман В. А. Вибрационные машины и процессы в строительстве / В. А. Бауман, Н. Н. Быховский – М. : Высшая школа, 1977. – 255 с.
16. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.
17. Бочаров Ю. А. Гидропривод кузнечно-прессовых машин / Ю. А. Бочаров, В. Н. Прокофьев – М. : Высшая школа, 1969. – 248 с.
18. Бочаров Ю. А. Основы общей теории гидравлических кузнечно-штамповочных машин / Ю. А. Бочаров // Машины и технология обработки металлов давлением : – М : 1980. – № 335. – С.12-40. – (тр. МВТУ № 335)
19. Быховский И. И. Основы теории вибрационной техники / И. И. Быховский – М. : Машиностроение, 1969. – 364 с.
20. Буренков Н. А. Интенсификация технологических процессов в пищевой промышленности при помощи низкочастотных колебаний / Н. А. Буренков. – К. : Техника, 1969. – 194 с.
21. Вибрации в технике : справочник. В 6-ти т. / [Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.)] – М. : Машиностроение, 1979. – Т. 2. Колеба-

ния нелинейных механических систем / [Под ред. Н. И. Блехмана]. – 1979. – 351 с.

22. Вибрации в технике : справочник. В 6-ти т. / [Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.)] – М. : Машиностроение, 1979. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / [Под ред. Э. Э. Левендела] – 1981. – 509 с.

23. Вибрационные машины в рыбной промышленности / [С. А. Асейнов, К. Д. Декин, С. И. Медведик, А. В. Терентьев]. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 97 с.

24. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов : справочник / Под ред. В. А. Баумана, Н. И. Быховского и Б. Г. Голдштейна. – М. : Машиностроение, 1970. – 548 с.

25. Вострухина Н. П. Сахарная свекла: качество корнеплодов и выход сахара / Н. П. Вострухина, Н. П. Вострухин – Минск : Ураджай, 1997. – 133 с.

26. Вострухин Н. П. Сахарная свекла - качество корнеплодов и выход сахара / Н. П. Вострухин, Н. П. Вострухина – Минск : Юнипак, 2007. – 206 с.

27. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности. (Образование и использование) : справочник. – М. : Экономика, 1984. – 328с.

28. Гавриленко В. А. Гидравлический привод / В. А. Гавриленко – М. : Машиностроение, 1968. – 234 с.

29. Георгиевский Д. В. Устойчивость процессов деформирования вязкопластических тел / Д. В. Георгиевский – М. : «УРСС», 1998. – 176 с.

30. Гидравлика и гидропривод : учебник для вузов / [В. Г. Гейер, В. С. Дулин, А. Г. Боруменский, А. Н. Заря]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1981, – 295с.

31. Глушак Б. Л. Исследование прочности материалов при динамических нагрузках / Б. Л. Глушак, В. Ф. Куропатенко, С. А. Новиков – Новосибирск : Наука, 1992. – 294 с.

32. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.
33. Голубева О. В. Курс механики сплошных сред. Учеб. пособие для педвузов / О. В. Голубева – М. : Высшая школа, 1972. – 368 с.
34. Гончаревич И. Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности / И. Ф. Гончаревич, Н. Б. Урьев, М. А. Галейсник – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 278 с.
35. Гончаревич И. Ф. Теория вибрационной техники и технологии / И. Ф. Гончаревич, К. В. Фролов – М. : Наука, 1981. – 320 с.
36. Горячева И. Г. Механика фрикционного взаимодействия / И. Г. Горячева – М. : Наука, 2001. – 478 с.
37. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов / С. М. Гребенюк. – М. : Пищевая промышленность, 1969. – 528 с.
38. Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов / С. М. Гребенюк – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982 г. – 470 с.
39. Декл. Пат. 67210А Україна, МПК⁷ В 30 В 9/18. Шнекова гідроімпульсна машина для неперервного зневоднення вологих мас / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, Ю. В. Булига, В. Д. Андрощук, О. В. Поліщук; Заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № 2003087545; заявл. 11.08.2003.; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.
40. Декл. Пат. 9099 Україна, МПК⁷ В 30 В 9/18. Гідроімпульсна вібропресмашина для неперервного зневоднення вологих мас / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук; Заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № u20041210863; заявл. 28.12.2004.; опубл. 15.09.2005, Бюл. № 9.
41. Декл. Пат. 13226 Україна, МПК⁷ В 30 В 9/18. Вібропресмашина з гідроімпульсним приводом для неперервного зневоднення вологих мас / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. В. Поліщук; Заявник та патентовласник Вінницьк. нац. техн. університет. – №u 200509559; заявл. 11.10.2005.; опубл. 15.03.2006, Бюл. № 3.

42. Заблонский К. И. Детали машин / К. И. Заблонский – М., 1986. – 343 с.
43. Заика П. М. Вибрационные зерноочистительные машины. Теория и расчет / П. М. Заика – М. : Машиностроение, 1967. – 144 с.
44. Заяц Ю. А. Совершенствование технологических процессов в перерабатывающей промышленности / Ю. А. Заяц – К. : Урожай, 1991. – 191 с.
45. Заєць Ю. А. Диверсифікація бурякоцукрового виробництва на основі впровадження сучасної технології сушіння і гранулювання жому / Ю. О. Заєць, В. Г. Крамар // Харч. пром-сть. – 2005. – № 4. – С. 151–154.
46. Зимин Е. Н. Электрооборудование промышленных предприятий и установок : учеб. для техникумов / Е. Н. Зимин, В. И. Преображенский, И. И. Чувазов. – М. : Энергоиздат, 1981. – 553 с.
47. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик – М. : Машиностроение, 1975. – 559 с.
48. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційна установка для зневоднення відходів харчових переробних виробництв / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. В. Поліщук // Збірник наукових праць. – Вінниця : ВДАУ. – 2006 . – № 1 – С. 44–49.
49. Іскович-Лотоцький Р. Д. Використання елементів паралельної кінематики в установках для віброобразивної обробки виробів складної форми / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Ю. В. Булига, О. Д. Манжільевський // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 3(55). – С. 66–68.
50. Іскович-Лотоцький Р. Д. Дослідження динаміки гідроімпульсного приводу вібраційної розкочувальної машини / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, В. І. Томчук // Прогрессивные технологии и системы машиностроения : межд. сб. научн. тр. – Донецк : ДонГТУ, 2000. – Выпуск № 12. – С. 42–52.
51. Іскович-Лотоцький Р. Д. Дослідження роботи електромеханічної частини гідроімпульсного приводу вібраційного обладнання / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – № 2. – С. 71–75.

52. Експериментальна установка з ідроімпульсним приводом для вібраційного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв / [Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, І. В. Севостьянов, О. В. Поліщук] // Промислова гідравліка і пневматика. – 2007. – № 2. – С. 91 – 94.
53. Іскович-Лотоцький Р. Д. Застосування вібраційного гідроімпульсного приводу в сільськогосподарському виробництві / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2006. – № 1. – С. 178–181.
54. Іскович-Лотоцький Р. Д. Обґрунтування ефективності застосування віброударних та вібраційних процесів в харчовій переробній промисловості / Р. Д. Іскович-Лотоцький, І. В. Севостьянов, О. В. Поліщук // Вібрації в техніці та технологіях. – 2008. – № 3. – С. 75–82.
55. Іскович-Лотоцький Р. Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 338 с.
56. Іскович-Лотоцький Р. Д. Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, І. В. Севастьянов – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 291 с.
57. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібропресова машина для обезводнювання відходів харчових виробництв / Р. Д. Іскович-Лотоцький, І. В. Севастьянов, В. Д. Андрощук // Вибрации в технике и технологиях. – 2002. – № 3(24). – С. 48–50.
58. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вибрационные прессы: Обзор / Р. Д. Іскович-Лотоцький, И. Б. Матвеев – М. : НИИМаш, 1979. – 50 с.
59. Іскович-Лотоцький Р. Д. Машини вібраційного і віброударного действия / Р. Д. Іскович-Лотоцький, И. Б. Матвеев, В. А. Крат. – К. : Техніка, 1982. – 208 с.
60. Іскович-Лотоцький Р. Д. Методика проектного розрахунку електромеханічної частини гідроімпульсного приводу вібраційного

обладнання // Р. Д. Искович-Лотоцкий, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 1(53). – С. 32–35.

61. Искович-Лотоцкий Р. Д. Основы теории расчета и разработка процессов и оборудования для виброударного прессования заготовок изделий из порошковых материалов: дис. ... доктора. техн. наук: 05.03.05. / Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич – М., 1987. – 424 с.

62. Искович-Лотоцкий Р. Д. Особенности расчета электромеханических параметров привода импульсных вибропрессов-молотов / Р. Д. Искович-Лотоцкий, Р. Р. Обертюх, А. И. Мохнатюк // Вестник машиностроения. – 1991. – № 8. – С. 24–27.

63. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович – М. : Агропромиздат, 1989. – 386 с.

64. Казаков К. В. Разработка энергосберегающей технологии сушки свекловичного жома с исследованием параметров шнекового пресса: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Казаков Константин Владимирович – К., 2002. – 156 с.

65. Караулов, Н. Е. Производство амидоминерального жома / Н. Е. Караулов, М. Г. Парфенопуло, В. Е. Скриплев. – М. : ЩТИИТЭИ Пищепром, 1978. – 38 с.

66. Кацман М. М. Электрические машины : учебник / М. М. Кацман – М. : Высшая школа, 1983. – 432 с.

67. Кіницький Я. Т. Короткий курс теорії механізмів та машин : підручник для інж.-техн. спец. вищих навч. закладів України / Я. Т. Кіницький – 2-е вид. перероб. І скор. – Львів : Афіша, 2004. – 272 с.

68. Кислухина О. В. Биотехнологические основы переработки растительного сырья / О. В. Кислухина, И. И. Кюдулас. – Каунас, «Технология», 1997. – 184 с.

69. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н. П. Козьмина – М. : Колос, 1976. – 375 с.

70. Кохманюк С. С. Колебания деформируемых систем при импульсных и подвижных нагрузках / С. С. Кохманюк, Е. Г. Янютин, Л. Г. Романенко. – К. : Наукова думка, 1980 – 231 с.

71. Коц І. В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів / І. В. Коц, О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 146–149.
72. Крамар В. Г. Вдосконалення пресово-дифузійної технології сокодобування в цукровому виробництві : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.12 «Процеси і апарати харчових виробництв» / В. Г. Крамар – Нац. ун-т харч. технологій. – К., 2003. – 20 с.
73. Кувыркин Г. Н. Термомеханика деформируемого твердого тела гари высокоинтенсивном нагружении / Г. Н. Кувыркин. – М. : Изд-во МГТУ, – 1993. – 142 с.
74. Лезке Гарри В. Сушка и обезвоживание пищевых продуктов. / Лезке Гарри В. ; Пер. с англ. Под ред. М. А. Лыкова. – М. : Пищепромиздат, 1959. – 249 с.
75. Лунцен М. Основные процессы пищевых производств / Лунцен М., Мерсон Р. ; Пер. с англ. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 258 с.
76. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде / М. Маскет ; Пер. с англ. М. А. Геймана – Москва-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2004. – 628 с.
77. Матвеев И. Б. Выбор принципиальной схемы вибрационного пресса / И. Б. Матвеев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1973. – № 8. – с. 35–39.
78. Математическая теория планирования эксперимента / [С. М. Ермаков, В. З. Бродский и др.] ; под. ред. С. М. Ермакова. – М. : Наука, 1983. – 392 с.
79. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, А. С. Максимов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 212 с.
80. Машиностроительный гидропривод / [Л. А. Кондаков, Г. А. Никитин, В. Н. Прокофьев и др.] / Под ред. В. Н. Прокофьева. – М. : «Машиностроение», 1978. – 495 с.
81. Машины и оборудование для прессования в сахарной промышленности / [М. У. Кацнельсон, Ю. Ю. Дербенев, Э. В. Островский, А. Н. Степанов]. – М. : Машиностроение, 1980. – 240 с.

82. Николаевский В. Н. Механика пористых и трещиноватых сред / В. Н. Николаевский. – М. : Недра, 1984. – 232 с.
83. Нечаев А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – СПб. : ШОРД, 2001. – 592 с.
84. Обертюх Р. Р. Разработка методики проектного расчета и создание новой конструкции вибропресса для прессования металлопорошковых заготовок в капсулах при возвратно-винтовом движении вибростола: дис. ... кандидата. техн. наук : 05.03.05 Обертюх Роман Романович. – М., 1986. – 313 с.
85. Опирский Б. Я. Новые вибрационные станки: Конструирование и расчет / Б. Я. Опирский, П. Д. Денисов – Львов : Світ, 1991. – 160 с.
86. Орлов В. Д. Производство сушеного свекловичного жома / В. Д. Орлов, А. С. Заборсин, Л. Яровой. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 112 с.
87. Падохин В. А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов : учеб. пособие / В. А. Падохин, Н. Р. Кокина. – Иван. гос. хим.-технол. ун-т., Институт химии растворов РАН. – Иваново, 2007. – 128 с.
88. Пановко Я. Г. Введение в теорию механического удара / Я. Г. Пановко. – М. : Наука, 1977. – 224 с.
89. Патент на корисну модель № 46373 Україна, МПК⁷ В30 В9/18. Кульковий двокаскадний генератор імпульсів тиску / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архіпчук, О. В. Поліщук; Заявник та патентовласник Вінницьк. нац. техн. університет. – № u200902968; заявл. 30.03.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 3.
90. Переработка продукции растительного и животного происхождения : [Под ред. Богомолова А. В.] – СПб. : ГИОРД, 2001. – 336 с.
91. Поліщук Є. С. Метрологія та вимірювальна техніка / Є. С. Поліщук. – Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 544 с.
92. Получение сухого белкового корма из зерновой барды. – К. : Техника, 1979. – 193 с.

93. Порошковая металлургия жаропрочных сплавов и тугоплавких материалов / [В. С. Раковский, А. Д. Силаев, В. И. Ходкин и др.]. – М. : Металлургия, 1984. – 184 с.
94. Прессы пищевых и кормовых производств / [А. Я. Соколов, М. Н. Караваев, Д. М. Руб, Ц. Р. Зайчик] / под ред. А. Я. Соколова. – М. : Машиностроение, 1973. – 288 с.
95. Рвачов В. В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Рвачов, М. В. Гуртовий. – О. : Астропринт, 2005. – 348 с.
96. Ребиндер П. А. Избранные труды / П. А. Ребиндер. – М. : Наука, 1978. – 368 с.
97. Ребрик Б. М. Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях / Б. М. Ребрик. – М. : Недра, 1979. – 210 с.
98. Рогов И. А. / Физические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов, А. В. Горбатов. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 584 с.
99. Сапронов А. Р. Технология сахарного производства / А. Р. Сапронов. – М. : Агропромиздат, 1998, – 490 с.
100. Севастьянов И. В. Вибропресс с гидроимпульсным приводом для многокомпонентного нагружения порошковых заготовок: дис...канд. тех. наук. : 05.03.05 / Севастьянов Иван Вячеславович. – Винница, 1998. – 227 с.
101. Севастьянов І. В. Особливості віброударного зневоднення продуктів переробних виробництв / І. В. Севастьянов, Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. В. Поліщук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк : ЛДТУ, – 2007 – № 20. – С. 443–446.
102. Севастьянов Б. А. Курс теории вероятностей и математической статистики / Б. А. Севастьянов. – М. : Наука, 1982 – 256 с.
103. Справочник по гидроприводам горных машин / [В. Ф. Ковалевский, Н. Т. Железняков, Ю. Е. Бейлин и др.]. – М. : Недра, 1973. – 501 с.
104. Справочник по электрическим машинам: в 2 Т. / [Под общ. ред. И. П. Крылова и Б. К. Клокова.] – М. : Энергоатомиздат, 1988. – Т.1. – 456 с.

105. Упругопластическое деформирование и разрушение материалов при нестационарных силовых и тепловых воздействиях. – К. : Вища школа, 1985. – 139 с.
106. Урьев Н. Б. Пищевые дисперсные системы (физикохимические основы интенсификации технологических процессов) / Н. Б. Урьев, М. А. Тилейсник. – М. : Агропромиздат, 1985. – 236 с.
107. Устюгов И. И. Деталі машин / И. И. Устюгов. – К. : Вища школа, 1984. – 306 с.
108. Фролов Ю. Г. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / Ю. Г. Фролов – М. : Химия, 1988. – 464 с.
109. Хайлис Г. А. Механика растительных материалов / Г. А. Хайлис. – Киев : УААН, 1994. – 332 с.
110. Харин В. М. Тепло- и влагообменные процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчет) / В. М. Харин, Г. В. Агафонов. – М. : Пищевая промышленность, 2002. – 472 с.
111. Харченко Е. В. Динамические процессы буровых установок / Е. В. Харченко. – Львов : Свит, 1991. – 176 с.
112. Чупраков Ю. И. Гидропривод и средства гидроавтоматики / Ю. И. Чупраков. – М. : Машиностроение, 1979. – 232 с.
113. Шапар Р. О. Інтенсифікація процесів сушіння рослинних пектиновмісних матеріалів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.06 «Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика» / Р. О. Шапар. – НАН України. Ін-т техн. теплофізики. – К., 2004. – 23 с.
114. Шиян П. Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика : монографія / П. Л. Шиян, В. В. Сосницький, С. Т. Олійнічук. – К. : Асканія, 2009. – 424 с.
115. Щербаков А. О. Технології переробки та використання вторинних матеріальних ресурсів : навч. посібник / А. О. Щербаков. – Тернопіль «Астон», 1997. – 201 с.
116. Claxton R. A. Vibratory stress relief / R. A. Claxton, G. G. Saunders // The Metallurgist and Materials Technologist. – 1976 – vol. 8. – № 12., P. 651–656.

117. Iskovich-Lototkiy R. D. Dynamics of vibration mashines by hydroimpulsive drive / R. D. Iskovich-Lototkiy. – Poznan : Vibration in physical systems, 1996. – P.1170-1173.
118. Iskovich-Lototkiy R. D. New hydraulic and pneumatic vibration exitters of technology mashines / R. D. Iskovich-Lototkiy. – Poznan: Vibration in physical systems, 1998. – P. 810–812.
119. Iskovich-Lototkiy R., Dynamics of transient processes in hydroimpulsive drives / R. Iskovich-Lototkiy, R. Obertuh, M. Arkhipchuck // Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Tomul XLVI (L) Fasc. 3–4. 2000. Stiinta si Ingineria Materialeror. – P. 15–20.
120. Iskovich-Lototkiy R. Structure and organization of the automated systems of designing works «hydraulic impulse drive» / R. Iskovich-Lototkiy, R. Obertuh, M. Arkhipchuck // Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Tomul XLVIII (LII) Fasc. 3–4. 2002. Stiinta si Ingineria Materialelor. – P. 187–191.
121. Obertuh R. Mashine With hydroimpulse drive for vibroabrasive cleaning of large manufactured articles / R. Obertuh, R. Iskovich-Lototkiy, Y. Bulyha. // TSTM-4 Optimum technologies. Romanian Academy. Branch office of Iasi and University of Bacau, 1998. – P. 134–138.

Наукове видання

**Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович
Обертюх Роман Романович
Поліщук Олександр Васильович**

**ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДУ
В ОБЛАДНАННІ ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Монографія

Редактор Н. Мазур

Оригінал-макет підготовлено О. Поліщуком

Підписано до друку 07.03.2013 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 6,7.
Наклад 300 (1-й запуск 1–75). Зам № 2013-064.

Вінницький національний технічний університет,
КІВЦ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.
21021, м. Вінниця, вул. Порики, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.