

УДК 631.363:633.8

## **АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ**

Горбенко Олена Андріївна, кандидат технічних наук, доцент  
Стрельцов Володимир Вадимович, асистент  
Горбенко Наталія Андріївна, асистент  
*Миколаївський державний аграрний університет, м. Миколаїв*

**Анотація** – проведено теоретичний аналіз процесу віджимання олійного матеріалу в шнековому пресі.

**Ключові слова** – шнековий прес, віджимання, потужність, ефективність, олійність, вологість, деформація, емпіричний коефіцієнт, математичне моделювання.

*Постановка проблеми.* Розвиток виробничої бази масложирової промисловості відбувається в даний час як за рахунок реконструкції діючих крупних олієекстракційних виробництв, так і створення малих переробних підприємств, наближених до виробників сільськогосподарської сировини. Ефективність переробки олійної сировини в обох випадках залежить від використання досконалої техніки і технології на виробництві, що при переході до ринкових відносин дуже важливо. Висока ефективність виробництва дозволяє мати високу конкурентоспроможність. Забезпечення конкурентоспроможності малих підприємств досягається зниженням витрат на створення і експлуатацію виробництва, а також за рахунок підвищення виходу і якості продукції.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Механічний спосіб отримання олії шляхом пресування олійного матеріалу, що пройшов попередню підготовку, поширений не лише на пресових, але і на олієекстракційних заводах, де основною залишається технологічна схема – «форпресування – екстракція» [1, 2].

За останні декілька років у зв'язку із змінами в народногосподарському комплексі країни, виникла необхідність в обладнанні для підприємств малої потужності, що працюють в області переробки сільськогосподарської сировини. Зокрема, стали з'являтися зразки обладнання і для малих олійних заводів. В основному це преса з малою продуктивністю, без додаткового обладнання.

Ефективно працюючий прес повинен забезпечувати необхідну продуктивність і глибоке віджимання при оптимальних техніко-економічних показниках.

До теперішнього часу не існує повної теорії роботи шнекових пресів і їх створення в основному спирається на експериментальні дослідження і емпіричні залежності, отримані на основі експериментів. Це пояснюється тим, що в гвинтовому каналі шнекового преса змінюються властивості олійного матеріалу: щільність, розміри і гранулометричний склад часток, кількість олії всередині часток і в міжчасткових порах, міцність. Вказані зміни у великій мірі ускладнюють аналіз процесів пресування і віджимання, і не дозволяють перекласти проектування пресів нових конструкцій на чітку методичну основу.

Сучасні методики аналізу даних процесів, засновані на складних математичних залежностях, виражених диференціальними рівняннями. Це спричиняє за собою складність у вирішенні і отриманні інформації про технологічні параметри описуваних процесів, ефективним способом отримання інформації такого роду може служити математичне моделювання.

Створення сучасного високоефективного пресового обладнання для віджимання рослинних олій вимагає застосування досконаліших методик розрахунку, а також математичного моделювання впливу різних конструктивних параметрів з врахуванням зміни властивостей пресованого матеріалу.

*Мета досліджень.* Проведення теоретичного аналізу процесу віджимання олійного матеріалу в шнековому пресі.

*Результати досліджень.* Теорією роботи гідравлічних, а надалі шнекових пресів займався цілий ряд вчених, таких як: А.І. Скипін, А.М. Голдовський, В.А. Масліков, В.В. Белобородов, Г.В. Зарембо-Рацевіч, В.Т. Алимов, В.П. Кичигин, Ю.А. Толчинський, Ю.П. Кудрін, В.С. Морозов, Г.Є. Мірошник та ін., а також ряд закордонних авторів: R.T. Anderson, H.G. Schwartzberg, M.T. Shirato, V.S. Vadke, F.W. Sosulski, C.A. Shook, G.C. Mrema, P.V. McNulty та ін. Але і в даний час, ще не з'ясовані всі питання, пов'язані з механізмом процесів, що протікають в пресах. Шнековий прес має дві сторони роботи - кількісну і якісну сторону. Кількісна сторона роботи шнекового преса охоплює: продуктивність преса, потужність, потрібну для роботи преса. Якісна сторона роботи преса охоплює залишкову олійність матеріалу. Тому в зв'язку з повною відсутністю теорії роботи шнекового преса, метою його роботи став розгляд теоретичних і практичних сторін кількісної роботи олієвіджимного преса. І на сьогоднішній день дослідження процесу віджимання, а також побудова математичних моделей відповідного процесу з метою створення інженерних методів розрахунку продуктивності олієвідтискних пресів і віджимання є актуальними і доцільними.

На початку і середині 50 років питаннями дослідження процесу пресування соняшникової мезги пресом типу ФП займався В.А. Масліков [3].

Ним досліджувалися шнекові преси як з конструктивної [4], так і технологічної точок зору [5]. При аналізі робіт своїх попередників як в колишньому СРСР, так і закордонних авторів він прийшов до висновку, що процеси відбуваються при пресуванні на шнековому пресі дуже складні. Теорія, яка задовільно пояснює ці процеси, повинна базуватися на цілому ряді розділів науки, таких як механіка твердого тіла, гідравліка та ін.

З точки зору В.А. Маслікова процес пресування можна розглядати таким чином. У меззі, що поступає на перший виток шнекового валу з зазначеною вологістю, є значна кількість порожнин. У міру пресування по шнековому валу мезга піддається стисканню, внаслідок чого відбувається зближення часток, тобто скорочення зовнішньої поверхні, на якій знаходиться частина олії. Із збільшенням тиску зовнішня поверхня скорочується з одночасним зменшенням порожнин між частками. При цьому відбувається виділення поверхневої олії.

При подальшому збільшенні тиску, стисканню піддаватимуться вже самі частки. В результаті цього капіляри, які у великій кількості пронизують гелеву частину часток і в яких також знаходиться олія, будуть стискатися. Отже, при стисканні мезги скорочується внутрішня поверхня, і тому продовжується виділення, але вже капілярної олії. При подальшому підвищенні тиску зростає деформація гелевої частини часток і деякі капіляри запресовуються з олією, що частково залишилася.

Але необхідно відзначити і деякі особливості в поведінці олійного матеріалу. На зміну картини механізму процесу пресування дуже серйозно впливає вологість. Під час надходження мезги з підвищеною вологістю при невеликому стисканні інтенсивно відділяється олія. При цьому створюються умови для рідинного тертя, що при великій пластичності мезги перешкоджає її подальшому переміщенню. У зв'язку з цим, зовнішні і тим більше внутрішні поверхні мезги не будуть більше скорочуватися і відпресований матеріал матиме високу залишкову олійність. Під час надходження мезги з низькою вологістю, коли її пластичні властивості дуже малі, зусилля, що діє, не забезпечує скорочення внутрішньої поверхні мезги, що призводить до підвищеної залишкової олійності відпресованого матеріалу.

В роботі В.А. Маслікова встановлюється рівняння теоретичної продуктивності шнекового валу, яке має вид:

$$Q = 47,1 \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot (1 - \psi) \cdot \gamma; \quad (1)$$

де  $Q$  - продуктивність преса по меззі, що поступає, т/год;  $D$  - діаметр зеєра в зоні першого витка, м;  $L$  - довжина першого витка, м;  $n$  - число обертів шнекового валу, об/хв;  $\psi$  - коефіцієнт заповнення об'єму витка шнека (для преса типа ФП  $\psi=0,312$ );  $\gamma$  - об'ємна вага мезги, кг/м<sup>3</sup>.

Це рівняння не відображає залежності зміни продуктивності залежно від положення регулювального конуса.

При проведенні досліджень аналіз показав, що регулювальний конус, створюючи протитиск черепашки, яка виходить, змушує лінійну швидкість пресованої мезги всередині зеєра відставати від лінійної швидкості шнекового валу. Це явище В.А. Масліковим було враховане за допомогою так званого коефіцієнта повернення [6], що привело до видозмінення рівняння (1):

$$Q = 47,1 \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot (1 - \psi) \cdot \gamma \cdot (1 - K_B); \quad (2)$$

де  $K_B$  - коефіцієнт повернення, що є функцією ширини вихідної щілини преса.

Для визначення значень коефіцієнта повернення були оброблені дані професора А.М. Голдовського для бавовняного насіння і дані інженера І.П. Колпакова для соняшникового насіння. Аналіз дозволив зробити висновок, що коефіцієнт повернення не залежить від числа обертів шнекового валу і його величина визначається шириною вихідної щілини преса.

В результаті проведених замірів з'ясувалося, що характер зміни коефіцієнта повернення залежно від ширини вихідної щілини преса залишився той же, але абсолютне значення його менше, оскільки при дослідженнях замірялася ширина вихідної щілини, а не товщина макухи, тобто враховувались пружні властивості мезги.

Такий характер зміни величини коефіцієнта повернення цілком відповідає раніше висловленим теоретичним припущенням, а саме: що із зменшенням товщини черепашки протитиск виходу зростає, під дією якого більше мезги переходить через нитку, тобто збільшується величина коефіцієнта повернення, внаслідок чого зменшується продуктивність преса.

В.А. Масліков своїми розрахунками показав, що величина коефіцієнта повернення не зміниться від типу культури, яка переробляється, що відображає однотипність фізико-механічних властивостей мезги різних олійних матеріалів. Але цей коефіцієнт відображає реологічні властивості пресованої мезги і умови, в яких відбувається пресування, а тому він не може залишатися постійним і змінюватиметься із зміною якості мезги і режиму роботи преса.

Проте отримані числові значення коефіцієнта повернення виявилися не точними внаслідок того, що обидва дослідника заміряли не ширину вихідної щілини преса, а товщину отримуваної макухи після виходу його з преса. Це привело до того, що виявилися не

врахованими пружні властивості мезги, які, як показали спеціальні заміри, є суттєвим фактором.

Тому була розроблена спеціальна методика і зроблено визначення величини коефіцієнта повернення на працюючому пресі.

Математична обробка даних дозволила отримати емпіричну залежність рівняння коефіцієнта повернення залежно від ширини вихідної щілини преса у вигляді:

$$K_B = \frac{2,15}{\delta^{0,58}}, \quad (3)$$

де  $\delta$  - ширина вихідної щілини, при якій працює прес, мм.

В результаті проведеного дослідження складена номограма для визначення продуктивності преса типу ФП по меззі при різній ширині вихідної щілини і різних обертах шнекового валу.

В остаточному вигляді В.А Масліков наводить наступну формулу розрахунку продуктивності шнекового преса:

$$Q = \frac{4710 \cdot D^2 \cdot L \cdot n \cdot (1-\psi) \cdot \gamma \cdot (1-K_B)}{B_M}, \quad (4)$$

де  $B_M$  - вихід мезги з насіння, %.

На підставі аналізу рівняння (4) можна зробити наступні висновки відносно роботи преса.

*Висновки:*

1. Продуктивність преса суттєво залежить від діаметру зеєра, оскільки діаметр входить в рівняння продуктивності в квадраті, але досягнення більшої продуктивності збільшенням діаметру не може відіграти ключову роль як напрям в проектуванні нових пресів оскільки він є матеріаломістким і неефективним, що неодноразово доведене на практиці.

2. Продуктивність преса збільшується при підвищенні об'ємної маси мезги, що поступає. Збільшення об'ємної маси можна досягти за рахунок використання попереднього підпресовування олійного матеріалу в живильнику. У свою чергу, аналіз результатів практичного застосування підпресовування олійного матеріалу підтверджує позитивний ефект як в плані збільшення продуктивності, так і віджимання олії.

3. При зменшенні вихідного опору за рахунок збільшення вихідної щілини преса, можливе збільшення продуктивності шнекового валу. Збільшення продуктивності за рахунок відкривання вихідної щілини вимагає особливої уваги. У граничному випадку повного відкривання вихідної щілини прес можна розглядати як подібність транспортного шнека, в якому олія взагалі не віджимається, але при цьому досягається максимальна продуктивність.

4. Збільшення частоти обертання шнекового валу також підвищує продуктивність шнекового преса. В питанні про підвищення

продуктивності за рахунок збільшення частоти обертання шнекового валу також є деякі аспекти, які не можна не відзначити. З одного боку об'єм матеріалу, що пропускається за одиницю часу, збільшується, але при цьому зменшується час перебування матеріалу в шнековому пресі, що негативно впливає на залишкову олійність відпресованого матеріалу.

Кожен із запропонованих варіантів підвищення продуктивності вимагає додаткових теоретичних досліджень процесу пресування, а такі показники як продуктивність і олійність необхідно розглядати в комплексі.

### **Література**

1. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 439 с.

2. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел / Е.П. Кошевой. — М.: Агропромиздат, 1991. — 208 с.

3. Масликов В.А. Исследование процесса прессования подсолнечной мезги на прессе типа ФП: Дис. канд. техн. наук. — Краснодар, 1955. — 205 с.

4. Масликов В.А. Некоторые вопросы конструкции шнековых прессов // Маслобойно-жировая промышленность. — 1953. № 6. С. 11—15.

5. Масликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел / В.А. Масликов. — М.: Пищепромиздат, 1959. — 224 с.

6. Масликов В.А., Чечевицин П.И. Коэффициент возврата и его расчет // Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1966. № 5. С. 127—132.

### **АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ**

Горбенко Е.А., Стрельцов В.В., Горбенко Н.А.

**Аннотация – Проведен теоретический анализ процесса отжима масличного материала в шнековом прессе.**

### **ANALYSIS OF THEORETICAL RESEARCHES OF PROCESS OF PRESSING OF OIL-BEARING RAW MATERIAL**

E. Gorbenko, V. Strel'tsov, N. Gorbenko

#### ***Summary***

**The theoretical analysis of process of quetch of oil-bearing material is conducted in a screw press.**