

УДК 631.363:633.8

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРЕСА НА СПОЖИВАНУ НИМ ПОТУЖНІСТЬ

Горбенко О.А., к.т.н.,

Стрельцов В.В., інженер,

Горбенко Н.А., інженер

Миколаївський національний аграрний університет

Тел. (0512) 34-01-91

Анотація – дану роботу присвячено теоретичному аналізу 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 у даний час як за рахунок реконструкції діючих крупних олієекстракційних виробництв, так і створення малих переробних підприємств, наближених до виробників сільськогосподарської сировини. Поява великої кількості малих виробництв по переробці олійної сировини є наслідком економічного напрямку розвитку країни в умовах переходу до ринкових відносин. 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. 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.

Над даною проблемою працювали вчені: А.І. Скипін, А.М. Голдовський [1], 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.B. McNulty та ін.

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

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

Шнековий прес має дві сторони роботи - кількісну і якісну сторону. Кількісна сторона роботи шнекового преса охоплює: продуктивність, 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 роботи став розгляд теоретичних і практичних сторін кількісної роботи олієвіджимного преса.

Дослідження В.А. Маслікова [2, 3] стосувалися як конструктивної, так і технологічної сторін роботи пресу [4, 5]. Аналіз робіт попередників як в колишньому СРСР, так і закордонних авторів підтвердив складність процесів, що відбуваються при пресуванні на шнековому пресі. Теорія, яка задовільно пояснює ці процеси, повинна базуватися на цілому ряду розділів науки, таких, як механіка твердого тіла, гідравліка та ін.

Зі слів В.А. Маслікова, процес пресування можна розглядати таким чином. У меззі, що поступає на перший виток шнекового вала з оптимальною вологістю, є значна кількість порожнин. У міру просування шнековим валом 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. У 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.

Тиск, який розвивається всередині зерного барабана при роботі преса, залежатиме від пружних властивостей мезги і величини міри стискування мезги в пресі.

У перший момент часу, коли мезга лише поступає у прес, вона має велику кількість міжчасткових порожнин. На першому витку відбувається стискання мезги для створення хоча б невеликого тиску, необхідного для максимального зменшення порожнин. На останніх витках відбувається незначне зменшення об'єму пресованого матеріалу, оскільки після зменшення міжчасткових порожнин відбувається деформація білкової частини мезги, яка сприяє зменшенню внутрішньої поверхні мезги за рахунок звуження або часткового зменшення її капілярних каналів.

У цілому, під час переходу мезги з витка на виток тиск по ширині шнекового вала плавно зростає, і так продовжується до останнього витка, тобто до передконусної частини. У передконусній частині тиск різко збільшується до певного рівня, який залежить від ширини вихідної щілини конуса. При зменшенні ширини вихідної щілини тиск на конусі сильно зростає, тоді як тиск на останньому витку зростає несуттєво.

Вивчення діаграм пресування показало, що між діючим питомим тиском і мірою стискання мезги існує певна закономірність, яка графічно представляє криву, що має кривизну в інтервалі питомих тисків від 0 до 14,7 МПа і пряму ділянку на всьому інтервалі питомих тисків від 14,7 до 68 МПа.

Обробка отриманих Масліковим кривих дала наступне рівняння для питомого тиску

$$P = \frac{25,2 \cdot a \cdot e^{5,5}}{e^{0,222 \cdot W}}, \quad \dots(1)$$

де a - дослідний коефіцієнт, залежний від температури мезги і її вологості (для цього коефіцієнта складені таблиці);

ϵ - міра стискання мезги в пресі;

e - основа натуральних логарифмів;

W - вологість пресованої мезги, %.

Аналіз рівняння (1) показує, що між питомим тиском і вологістю мезги існує залежність. При підвищенні вологості для стискання мезги до певної міри необхідний тиск знижується.

Таким чином, можна зробити висновок, що соняшникова мезга, яка йде на форпресування, повинна висмажуватися при температурі 90°C. Такий висновок добре підтверджується і практикою роботи фопресів і наявними технологічними інструкціями.

Проте при розгляді рівняння (1) необхідно відзначити наявність ряду проблемних моментів. У рівнянні присутній емпіричний коефіцієнт a , який важко визначається. Для цього дослідного коефіцієнта, який залежить від температури мезги і її вологості складені таблиці, але для вузького діапазону температур і вологості, що не дає підстав на його масштабування при проектуванні нових пресів, особливо тих, які працюють у діапазоні температур, що відрізняються від розглянутих у таблицях. А це, як правило, моделі пресів для малих і середніх виробництв.

Окрім вищесказаного, незручність використання для розрахунку питомого тиску за рівнянням (1) полягає у необхідності розрахунку теоретичних, а потім і дійсних мір стискання мезги на витках і загалом у пресі. Необхідно також відзначити наявність залежності, що зв'язує теоретичну і дійсну міри стискання мезги, в якій присутні емпіричні коефіцієнти, що залежать від ширини вихідної щілини преса і визначені на пресі конструкції ФП. Це є однією з причин невідповідності рівня розрахункового тиску на інших пресах за приведеним рівнянням.

Окрім того, важливим питанням є визначення коефіцієнта тертя лушпиння і мезги об шліфвану сталеву поверхню зерного барабана.

На основі аналізу даних, отриманих В.А. Масліковим, був зроблений висновок, що коефіцієнт тертя лушпиння в гарячому стані гарячою змащеною поверхнею залежить від міри стискання матеріалу

і має бути приблизно 0,3, що і підтвердили вимірювання на приладі, давши коефіцієнт тертя мезги в середньому 0,363.

Потужність, яка споживається пресом під час роботи, являється важливим показником роботи преса і залежить від цілого ряду таких чинників, як: число обертів шнекового вала, ширина вихідної щілини, тиск, який розвивається всередині зєєра, вологість мезги і її температура, коефіцієнт тертя пресованої мезги за робочими органами преса. Тобто, потужність, споживана пресом, є функцією багатьох змінних і в загальному вигляді може бути записана так

$$N_{\text{ПР}} = f(n, \delta, P, B_M, t, f), \quad (2)$$

де n - число обертів шнекового валу;

δ - ширини вихідної щілини преса;

P – тиск, що розвивається у зєєрній камері;

B_M - вологість мезги, що поступає;

t - температура мезги, що поступає;

f - коефіцієнт тертя пресованої мезги по робочим органам преса.

Аналізуючи роботу шнекового преса, робимо висновок, що потужність, яка підводиться до нього, витрачається на:

– стискання мезги від первинного об'єму до кінцевого, в залежності від міри стискання мезги, що відповідає характеристиці даного преса;

– подолання сил тертя, що виникають між стискуваною мезгою і шнековим валом, який обертається;

– подолання сил тертя між рухомою мезгою і внутрішньою поверхнею зєєра;

– подолання сил тертя у підшипниках;

– руйнування вторинних структур мезги і часткове її дроблення;

– подолання сил тертя у редукторі.

Досліджуючи зміну споживаної пресом потужності і ККД шнекового валу при зміні таких факторів, як вологість мезги, що поступає на пресування, ширина вихідної щілини і число обертів шнекового валу, можна зазначити наступне. Збільшення ширини вихідної щілини преса ФП призводить до різкого зниження споживаної потужності від 32 кВт при $\delta = 7,5$ мм до 7,4 кВт при $\delta = 12$ мм. Одночасно із зменшенням споживаної потужності зменшується і ККД шнекового валу від 0,86 до 0,22.

При зміні вологості мезги, що поступає на пресування, а саме, при її збільшенні, потужність, яка витрачається, різко знижується, що пояснюється зменшенням пружних властивостей мезги і наростанням її пластичних властивостей. ККД шнекового вала в цьому випадку змінюється дуже мало і практично можна вважати його постійним.

При зміні числа обертів шнекового вала, а саме, при збільшенні їх, потрібна потужність лінійно зростає, що є наслідком збільшення швидкостей руху мезги і, отже, збільшення роботи сил тертя. ККД шнекового валу в цих умовах знижується, що вказує на те, що за цих умов доля потужності, яка витрачається на подолання сил тертя, зростає при майже незмінній витраті потужності на стискання мезги.

Підсумовуючи, можна зазначити, що і в рівнянні розрахунку потужності на стискання мезги, і в рівнянні тиску присутній емпіричний коефіцієнт α , складнощі у визначенні якого вказані вище. Крім того, необхідно розраховувати теоретичну і дійсну міри стискання мезги на витках і, загалом, по пресу. У розрахунку потужності, що витрачається на подолання сил тертя, введений умовний коефіцієнт тертя, який, відповідно методиці В.А. Маслікова, приймається у межах 0,0015-0,0020 при великих навантаженнях і 0,0020-0,0030 при малих навантаженнях. Але природа цього коефіцієнта не пояснюється і відсутня схема його визначення.

Висновки. 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.

На основі розробленої В.А. Масліковим методики з'явилася можливість проектувати преси, подібні по конструкції і продуктивності пресам типу ФП. Проте, як показала практика останніх років, виникла потреба в обладнанні малої потужності для сфери малого і середнього виробництва. Використання методики в цьому випадку неможливе з кількох причин. Одна з них представляється в тому, що розрахункові формули, які включають емпіричні коефіцієнти, виявляються непридатними при переході до пресів малої продуктивності. Крім того, деякі розрахункові коефіцієнти, які отримані дослідним шляхом, особливо ті, які представлені у вигляді таблиць, мають вузький діапазон описання за технологічними параметрами, що дуже обмежує їх застосування, а у багатьох випадках і взагалі виключають таке.

Література:

1. *Голдовский А.М.* Теоретические основы производства растительных масел / А.М. Голдовский. – М.: Пищепромиздат, 1958. – 446 с.
2. *Масликов В.А.* Исследование процесса прессования подсолнечной мезги на прессе типа ФП: Дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 1955. – 205 с.
3. *Масликов В.А.* Некоторые вопросы конструкции шнековых прессов // Маслобойно-жировая промышленность. – 1953. № 6. С. 11 – 15.
4. *Масликов В.А.* Примеры расчетов оборудования производства растительных масел / В.А. Масликов. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 224 с.
5. *Масликов В.А.* Коэффициент возврата и его расчет / В.А. Масликов, П.И. Чечевицин // Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1966. № 5. С. 127 – 132.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПРЕССА НА ПОТРЕБЛЯЕМУЮ ИМ МОЩНОСТЬ**

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

Аннотация - данная работа посвящена теоретическому анализу процесса отжима масличного материала в шнековом прессе.

**A THEORETICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF DESIGN AND
PROCESS PARAMETERS ON THE PRESS POWER ABSORBED
BY THEM**

E. Gorbenko, V. Streltsov, N. Gorbenko

Summary

This work deals with analysis of oilseed extraction process material in a screw press.