

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ В АПК

УДК 631.362.23

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЗГИ
СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Дидур В.А., д.т.н., проф., акад. МААО

Ткаченко В.А., к.т.н., с.н.с.

Ткаченко А.В., к.т.н.

Дидур В.В., к.т.н., докторант

Верещага А.Л., асп.

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел. +380619440274

e-mail: didurva@gmail.com, valintintkachenko@ukr.net

Аннотація. Розроблена теорія процесу консолідації мезги насіння масличних культур в шнекових пресах. Розрахункова модель мезги представлена як двохфазна система. «Скелетом» являється гелева гідрофільна фаза – грубодисперсний гелевий порошок, складний по хімічному складу, що володіє гідрофільними властивостями. Жидка гідрофільна фаза – масло з розчиненими в ньому речовинами, що знаходяться на широко розвинутій внутрішній і зовнішній поверхності частинок.

Прийнята в цій роботі розрахункова модель двохфазної мезги ґрунтується на наступних умовах А, В, С.
А. Реологічні рівняння стану кожної фази мезги.
В. Характер взаємодії окремих фаз мезги.
С. Зміна співвідношення фаз мезги в одиниці об'єму в процесі консолідації.

Деформування в часі двохфазної мезги включає два процеси, що протікають одночасно. Перший процес об'ємного змінення в часі гелевої фази, що відбувається

в результате деформирования вязких связей между частицами гелевой фазы. Второй, протекающий параллельно, – процесс перемещения фаз мезги относительно друг друга.

Для изучения механизма процесса консолидации двухфазной мезги рекомендованы реологические модели идеальных тел и методика составления сложных реологических моделей. Сложные модели, составленные из двух и более идеальных тел, соединённые последовательно или параллельно. Как прототип модели мезги выбрано тесто. Рассматриваемая модель состоит из четырёх элементов: двух элементов тела Максвелла и двух элементов тела Кельвина.

Ключевые слова: консолидация, мезга, масличные культуры, шнековый пресс, ползучесть, реология, гелевая фаза, растительное масло.

Постановка проблемы. Мезгу семян масличных культур следует отнести к многофазовым, а точнее двухфазовым системам. В механике грунтов разработана и широко применяется теория расчёта консолидации грунтов с одновременным учётом фильтрационных свойств грунта и свойств ползучести [1]. Термин «ползучесть», как он сейчас понимается в механике сплошных сред, не охватывает всего процесса деформирования многофазных грунтов. В связи с этим более предпочтителен термин «консолидация», под которым понимается деформирование многофазной среды во времени при постоянной внешней нагрузке. При этом процесс уплотнения происходит как за счёт постепенного выжимания поровой жидкости, так и за счёт одновременного протекания реологических процессов в «скелете» грунта [2]. «Скелет» грунта – это минеральная часть грунта вместе с водно-коллоидными связями подчиняется уравнениям теории линейной упругости. Жидкая фаза грунта – это вода. В отличие от этого «скелетом» мезги является гелевая фаза [3] – грубодисперсного органического гелевого порошка, сложного по химическому составу, обладающего гидрофильными свойствами. Жидкой гидрофильной фазой является растительное масло с растворёнными в нём веществами.

Таким образом, при разработке теории процесса консолидации мезги семян масличных культур необходимо

учитывать органическое содержание ее фаз. Учитывая особенность мезги, целесообразно рассмотреть методику изучения реологии мезги семян масличных культур.

Анализ последних исследований. В механике грунтов однофазными, или квазиоднофазными называют такие грунты, при деформации которых соотношение фаз в единице объёма не меняется или им можно пренебречь. Основным критерием при отнесении грунта к той или иной расчётной схеме является целесообразность учёта изменения соотношения фаз в единице объёма грунта. Изменение напряжённо-деформированного состояния во времени в двухфазных системах грунтов связано не только с проявлением реологических свойств «скелета» грунта, но и с фильтрацией поровой жидкости в сторону дренажа. Таким образом, процессы, происходящие при консолидации грунтов подобны процессам, при отжиме мезги семян масличных культур в прессах. Теория консолидации разработана и широко используется в механике грунтов [1, 4, 5].

Среди рассматриваемых источников не найдены исследования по теории процесса консолидации мезги семян масличных культур в шнековых прессах.

Цель исследования. Целью данной работы является установление закономерностей процесса консолидации мезги семян масличных культур и разработка математического аппарата для его изучения.

Основная часть. Механизм изменения напряжённо-деформированного состояния мезги в шнековых прессах отнесём к многофазным системам. Основным критерием при выборе является изменение соотношения фаз в единице объёма мезги при перемещении по рабочему каналу шнекового пресса. В многофазной мезге изменение во времени напряжённо-деформированного состояния связано не только с проявлением реологических свойств «скелета» мезги, но и с фильтрацией растительного масла в сторону дренажа, сжимаемостью воздуха и пр.

Термин «ползучесть» как он сейчас понимается в механике сплошных сред, не охватывает всего процесса деформирования многофазной среды во времени при постоянной внешней нагрузке. В связи с этим более предпочтителен тер-

мин «консолидация», под которым понимается деформирование многофазной среды во времени при постоянной внешней нагрузке. При этом процесс уплотнения происходит как за счёт постепенного выжимания растительного масла, так и за счёт одновременно протекающих реологических процессов в «скелете» мезги.

Общая характеристика структуры мяток и мезги.

В жаровнях могут подвергаться обработке мятки двух видов. I – обычная мятка, получаемая в результате измельчения ядра семян с некоторым содержанием оболочек, или измельченные семена. II – мятка, получаемая в результате измельчения промежуточных продуктов после жаренья и предварительного извлечения масла.

Мезга, полученная как из первого, та и второго вида мяток представляет собой дисперсную систему, состоящую из двух фаз. Гелевой гидрофильной фазы – грубодисперсного гелевого порошка, сложного по химическому составу, обладающего гидрофильными свойствами. Жидкой гидрофильной фазы – масла с растворёнными в нём веществами, находящегося на широко развитой внутренней и внешней поверхности частиц.

Уравнения состояния двухфазной мезги

В случае двухфазной мезги геометрические размеры уплотняемой области будут существенным образом влиять на длительность процесса деформирования. При этом очевидно, что процесс деформирования протекает в зависимости от физико-механических свойств каждой фазы мезги в отдельности и от характера их взаимодействия.

При математическом описании процессов консолидации двухфазной мезги должно быть известно следующее.

А. Реологические уравнения состояния каждой фазы мезги.

В. Характер взаимодействия отдельных фаз мезги.

С. Изменение соотношения фаз мезги в единице объёма в процессе консолидации.

Деформирование во времени двухфазной мезги включает два процесса, протекающих одновременно. Один – процесс формирования объёмное изменение во времени гелевой фазы, происходящий в результате деформирования вязких связей между частицами мезги. Второй, протекающей параллельно, – процесс перемещения фаз мезги относительно друг друга.

Принимаемая в данной работе расчётная модель двухфазной мезги основывается на следующих условиях А, В, С.

А. Уравнения состояния двухфазной мезги. Механические свойства мезги определяются не только гелевой частью, но и наличием масла, его количеством, степенью выделенности. Так, при очень большом содержании масла материал может выползать при прессовании и при полном отсутствии ползучести самой гелевой части. С этим приходится считаться при построении схем переработки семян клещевины. Однако при переработке семян каждой данной масличной культуры при данной масличности материала, данном остатке оболочек в нём и при прочих равных условиях решающим для прессования являются именно свойства гелевой части материала.

Единого уравнения состояния для двухфазной мезги предложить нельзя. Необходимо получить экспериментально уравнения состояния отдельно для каждой фазы.

Пластичные свойства гелей и, следовательно, гелевой части прессуемого материала, в частности величины верхнего предела текучести, изменяются в зависимости от ряда обстоятельств. Исследования по пластичности показывают, что при увеличении влажности происходит увеличение текучести сначала постепенно. А затем при определённой влажности наступает резкий скачок в сторону повышения текучести. Причём дальнейшее увеличение влажности даёт чрезвычайно резкое увеличение текучести. Часто очень небольшое превышение влажности мезги сверх оптимальной приводит к сильному выползанию материала из пресса. При этом происходит скачкообразный переход к пластичному течению.

С другой стороны, некоторое понижение влажности ниже оптимальной приводит к резкому снижению пластичности мезги, плохому соединению частиц, ухудшению отжима масла. Можно предполагать, что снижение влажности увеличивает нижний предел текучести материала, который становится выше создающихся напряжений, так, что промежуточная зона пластичных деформаций не используется.

Наблюдения за поведением мезги при переработке указывают на повышение пластичности при нагревании, и наоборот. Для того чтобы началось соединение частиц в шнековом прессе и образование жмыха, должна быть достигнута ка-

кая-то пластичность материала. Поэтому необходима достаточная температура материала и пресса. Но это лишь нижняя граница технически возможной зоны температур. Верхняя граница которой определяется совершенно недопустимыми температурами, при которых начинается образование газов в результате распада веществ семян. Внутри этой зоны лежит узкая оптимальная зона температур, в которой достигаются необходимые пластичности. Расположение этой зоны связано с влажностью и другими характеристиками материала.

Высказано предположение о снижении пластичности при денатурации белков.

В. Взаимодействие фаз мезги при прессовании в шнековых прессах. Масса мезги продвигается передними поверхностями витков в пространстве кольцеобразного сечения. Это сечение ограничено с одной стороны поверхностью ступицы витков и промежуточных колец и с другой стороны – внутренней поверхностью зернового барабана. В рабочем пространстве зернового барабана происходит наряду с проталкиванием мезги вперёд, так же её уплотнение, возрастающее по мере продвижения к выходной щели. Сначала уплотнение материала идет за счёт уменьшения промежутков между частицами, вжимания одних частиц в промежутки между другими, причём увеличивается число и поверхность контактов между частицами. Происходит пластическая деформация самих частиц, приводящая к сближению внутренней поверхности (внутри частиц). В результате уплотнения прессуемого материала происходит отжим масла. Масло под действием возникших в нём градиентов напора отжимается в сторону внутренней поверхности зернового барабана. При этом давление, существующее в масле, воздействует на гелевую фазу, стремясь изнутри увеличить объём пор. Интенсивность вытекания масла через продольные щели между колосниками зернового барабана не одинакова по длине зера. Это зависит от свойств мезги и конструкции пресса.

Физические свойства мезги как системы, состоящей из двух частей – гелевой и масляной, представляют собой сложное сочетание свойств этих частей. В зависимости от общего содержания масла и что особенно важно, от содержания масла выделившегося на поверхности, сочетаются свойства в большей или меньшей степени гелевой или масляной частей.

С. Закономерности изменения соотношения фаз мезги в единице объёма. Исследования [6] показывают, что основное количество масла (до 98% от извлечённого) отжимается в первой половине пресса, что подтверждается и характером изменения маслячности жмыха по длине вала: медленное изменение в самом начале и в конце вала и значительное до середины вала. Максимальное количество отжимается в зоне первой и второй ступеней давления.

Масличность различных слоёв прессуемого материала по глубине канала неодинакова. Так маслячность хлопкового жмыха, полученного в прессах ФП во внутреннем слое, примыкающем к валу оказалась не 1,83 – 4,1 % выше чем в наружном слое, примыкающем к зерному цилиндру. Разница между маслячностью прессуемого материала по слоям уменьшается к выходу.

Методы реологии получили весьма широкое распространение. Исследователями, начиная с работ Шведова (1890) и Бингама(1919), были предложены различные схемы поведения материала, в основу которых положены экспериментальные факты.

Простейшим экспериментом, обнаруживающим реологические свойства однофазных грунтов, является сжатие образца породы цилиндрической формы с торцов постоянной нагрузкой с возможностью свободного бокового расширения. Оказывается, что деформация не устанавливается мгновенно, а продолжает развиваться с течением времени. В этом случае её называют деформацией ползучести. При этой деформации образца будет тем больше, чем дольше он находился под постоянной нагрузкой.

Для количественной оценки явлений необходима аналитическая связь между изменяющимися деформациями, напряжениями, скоростями деформации и временем. Такая связь устанавливается на основе той или иной гипотезы, в зависимости от которой и различаются теории ползучести. В работах [1, 2, 4, 5] рассматривается теория грунта, в основе «скелета» которого лежат природные минерально-дисперсные образования. Поэтому используя наработанную теорию грунта, мы должны учитывать реологию органических веществ, к которым относятся пищевые массы [7 – 9].

Свойства твёрдых тел сложны и разнообразны. Поэтому следует в каждом конкретном случае выбирать математическую модель, которая отображает наиболее существенные свойства материала в рассматриваемой задаче.

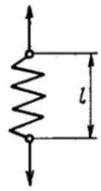
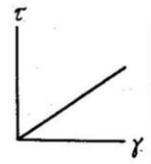
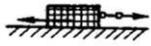
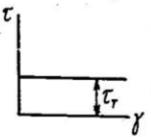
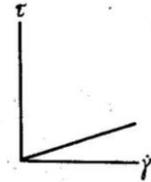
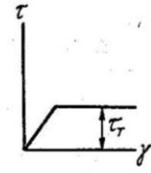
Модель	Общие свойства	Реологические кривые	Уравнение состояния
I Идеальные тела			
	<p>Модель твёрдого тела Гука, упругое тело</p>		$\tau = G\gamma$ или $\sigma = E\varepsilon$
	<p>Модель идеально пластического тела Сен-Венана</p>		$\tau = \tau_0$
	<p>Модель идеально вязкой жидкости Ньютона</p>		$\tau = \eta \dot{\gamma}$
II Сложные (составные) модели			
	<p>Упруго-пластическое тело</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. При $\tau < \tau_0$ упругое состояние $\tau = G\gamma$ 2. При $\tau = \tau_0$ пластическое течение

Рисунок 1 [9] – Реологические тела

Реологические модели [7 – 11]. Идеальные тела.

Все идеализированные тела являются условными, не существующими в природе, но они являются как бы отправным пунктом при рассмотрении и описании поведения реальных материалов. Известны три модели идеализированных ма-

териалов: идеально-упругое тело, или Гуково тело, идеально-пластическое тело Сен-Венана и идеальная вязкая жидкость, или ньютоновская жидкость.

Упругое тело является консервативной системой, т.е. энергия, затраченная на деформацию, накапливается в теле и может быть возвращена при разгрузке. Вязкая жидкость и пластическое тело являются диссипативными системами: механическая энергия, затраченная на преодоление внутреннего трения и на пластическую деформацию, превращается в теплоту.

В упругом теле напряжённое состояние связано с мгновенной деформацией, в вязкой жидкости и в пластических телах – с мгновенным состоянием течения. В случае вязкого течения механическая энергия зависит от скорости деформации, в случае пластического не зависит.

Идеально-упругое тело. Упругое тело, подчиняющееся закону Гука, может быть описано уравнением

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (1)$$

где σ – нормальное напряжение;

E – модуль упругости;

ε – линейная деформация.

При этом принимается, что деформации возникают непосредственно после приложения нагрузки и скорость распространения деформации практически мгновенна, вследствие чего в данном случае модуль можно назвать модулем мгновенной деформации.

Если рассматривать деформацию призмы, находящейся под действием сдвигающего (касательного) напряжения, приложенного к верхней грани, то закон Гука напишется в виде

$$\tau = G\gamma, \quad (2)$$

где τ – касательное напряжение;

G – модуль сдвига;

γ – угол сдвига или градиент смещения.

Модуль сдвига G связан с модулем растяжения E зависимостью

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}, \quad (3)$$

где μ – коэффициент Пуансона.

Если реальное твердое тело в каком-либо диапазоне напряжений после снятия напряжений мгновенно возвращается к своей первоначальной форме, то оно проявляет свойства идеально-упругого тела.

Моделью идеально-упругого тела служит спиральная пружина (рис. 1, а).

Идеально-пластическое тело. До сих пор пока величина приложенного к телу напряжения лежит ниже некоторого критического значения σ_T (τ_T) (предела текучести), материал остаётся жестким: в тот момент, когда напряжение достигает предела текучести, начинается пластическое течение материала при постоянном напряжении.

Модель идеально-пластического тела Сен-Венана может быть представлена в виде элемента, лежащего на плоскости с постоянным по величине трением, не зависящем от нормальной силы (рис. 1, б). Статический и кинематический коэффициенты трения принимаются равными. Тело начинает двигаться до тех пор, пока напряжение не превысит предельного напряжения сдвига. После этого элемент может двигаться с любой скоростью. Реологическое уравнение будет иметь вид

$$\tau = \tau_T. \quad (4)$$

Идеально-вязкая жидкость, или ньютоновская жидкость. Модель вязкой жидкости представлена на рис. 1, в в виде перфорированного поршня, перемещающегося в цилиндре с жидкостью. Модель характеризуется тем, что в ней напряжения пропорционально скорости деформации, поэтому уравнение состояния для такой жидкости будет записываться в виде

$$\tau = \eta \dot{\gamma}, \quad (5)$$

где η — коэффициент вязкости;

$\dot{\gamma}$ — скорость сдвига.

Сложные (или составные) модели.

Для моделирования реальных тел, обладающих всеми реологическими свойствами, но в неодинаковой степени, можно комбинировать в различных сочетаниях приведенные ранее модели идеальных тел. Следует отметить, что к составлению реологических моделей и к описанию соответствующих им уравнений состояния необходимо относиться осторожно, так

как они во многих случаях не могут отразить всего многообразия свойств реальных тел. Иногда попытка отразить все свойства реальных тел в их совокупности приводит к весьма сложным и поэтому неприемлемым реологическим моделям.

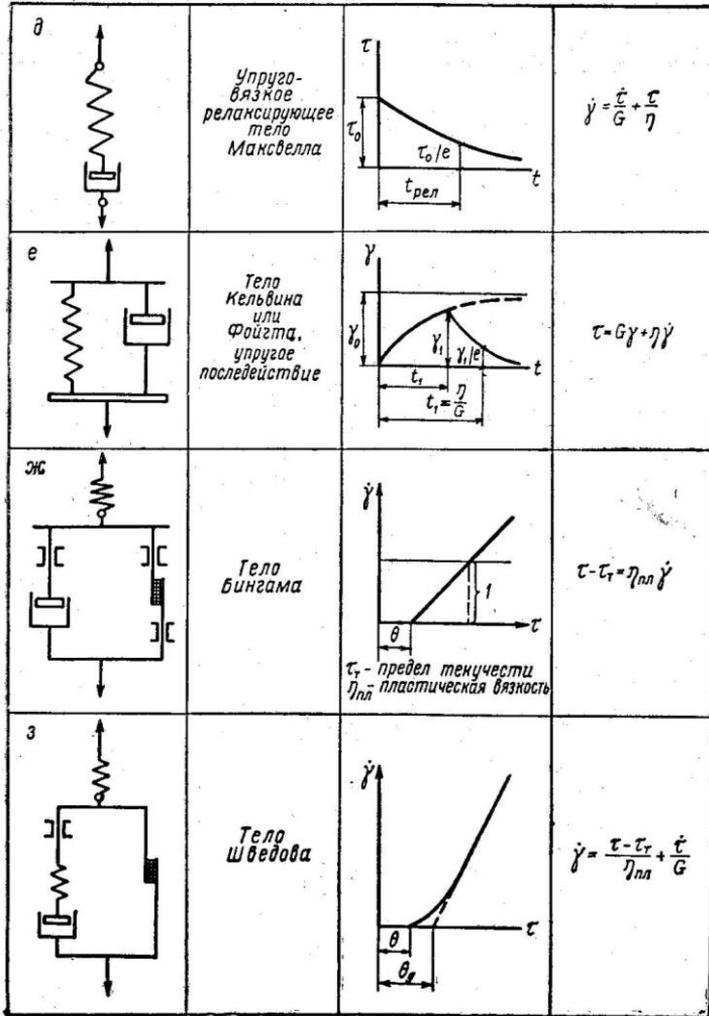


Рисунок 2 [9] – Реологические тела

В некоторых случаях реологическая модель может удовлетворительно отображать свойства реальных тел только в

определённых интервалах изменения температуры, влажности, давления и других параметров. За пределами этих интервалов поведение реального тела вследствие изменения его свойств может сильно расходиться с составленной моделью.

Модели идеальных тел могут соединяться между собой параллельно, или последовательно. При параллельном соединении полная нагрузка на тело складывается из нагрузок, передаваемых отдельными элементами, а скорость удлинения элементов одинакова. При последовательном соединении полная скорость удлинения равна сумме скоростей составляющих элементов, а каждый из элементов передаёт полную нагрузку. Все модели показаны работающими на простое растяжение, но они могут описывать не только удлинение, но и сдвиг и всестороннее растяжение-сжатие. Упругопластическое тело получается при последовательном соединении упругого и пластического элементов (рис.1, з). При $\tau < \tau_T$ имеет место упругое состояние, при котором $\tau = G\gamma$; при $\tau = \tau_T$ наступает состояние пластического течения.

Упруго-вязкое релаксирующее тело Максвелла. Модель максвелловского тела представляет собой последовательное соединение моделей гуковского и ньютоновского тел (рис.2, д).

Из условия, что суммарная деформация γ равна сумме деформаций упругого и вязкого элементов, имеем

$$\gamma = \gamma_y + \gamma_v \quad (6)$$

где упругая составляющая по закону Гука

$$\gamma_y = \frac{\tau}{G}. \quad (7)$$

а для вязкого элемента

$$\gamma_v = \frac{\tau}{\eta}. \quad (8)$$

Дифференцируем по t выражения (6) и (7), получаем

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_y + \dot{\gamma}_v, \quad (9)$$

$$\dot{\gamma} = \frac{\dot{\tau}}{G}. \quad (10)$$

Подставляя выражения (8) и (10) в уравнение (9), находим

$$\dot{\gamma} = \frac{\dot{\tau}}{G} + \frac{\tau}{\eta}. \quad (11)$$

Уравнение (11) впервые было предложено Максвеллом. Это уравнение является линейным дифференциальным уравнением относительно τ . Его решение будет

$$\tau = \left(e^{-\frac{G}{\eta}t} \right) \left[\tau_0 + G \int \dot{\gamma} e^{\frac{G}{\eta}t} dt \right], \quad (12)$$

где τ_0 – напряжение в начальный момент времени ($t=0$).

Если мгновенно загрузить рассматриваемое тело и считать, что в момент $t=0$ приложено напряжение τ_0 , то непосредственно после загрузки тела вязкая деформация равна нулю и деформация тела рана только упругой деформации:

$$\gamma_0 = \frac{\tau_0}{G}. \quad (13)$$

Если после этого обеспечить неизменность во времени этой деформации, т.е. $\gamma = \gamma_0$, то $\dot{\gamma} = 0$ и уравнение (11) примет вид

$$\frac{\dot{\tau}}{G} + \frac{\tau}{\eta} = 0. \quad (14)$$

откуда, интегрируя, находим

$$\tau = \tau_0 e^{-\frac{G}{\eta}t}. \quad (15)$$

Величина $\frac{\eta}{G} = T_{\text{рел}}$ была названа Максвеллом периодом релаксации. При $t=0$ $\tau = \tau_0$, а при $t = T_{\text{рел}} = \frac{\eta}{G}$ $\tau = \frac{\tau_0}{e}$, т.е. период релаксации – это то время, за которое напряжение падает в e раз. При увеличении t напряжение τ уменьшается и при $t \rightarrow \infty$ тело приходит в ненапряжённое состояние. График релаксации при постоянной деформации показан на рис.2, д.

Тело Кельвина или Фойгта (рис.4, е). Модель Кельвина получается при параллельном соединении упругого и вязкого

элементов. В этом случае сумма напряжений равна сумме напряжений τ_y и τ_B упругого и вязкого элементов:

$$\tau = \tau_y + \tau_B \quad (16)$$

Учитывая, что

$$\tau_y = \gamma G \quad \tau_B = \eta \dot{\gamma}, \quad (17)$$

получим

$$\tau = \gamma G + \eta \dot{\gamma}. \quad (18)$$

Уравнение (15) представляет собой линейное дифференциальное уравнение относительно γ . Интегрируя его, найдем общее решение

$$\gamma = e^{-\frac{G}{\eta}t} \left[\gamma_0 + \frac{1}{\eta} \int \tau e^{\frac{G}{\eta}t} dt \right], \quad (19)$$

где γ_0 – деформация в начальный момент времени ($t = 0$);

$$\gamma_0 = \frac{\tau_0}{G}. \quad (20)$$

Упруго-пластические свойства твёрдо-жидких тел, аналогичных тесту, для большей наглядности иногда характеризуют механическими моделями, состоящими из нескольких упругих и элементов – пружин и поршней, движущихся в вязкой жидкости [12].

На рис. 3 приведена схема механической модели, состоящей из четырёх элементов: двух элементов тела Максвелла (E_0, η_{II}) и двух элементов тела Кельвина (E_3, η_3) . Её действие происходит в условиях постоянного напряжения P . Общая суммарная упруго-эластично-пластичная деформация сдвиг такой модели развивается последовательно. Сначала возникает определяющий модуль E_0 условно-мгновенная деформация ε_0 (растягивающая пружина 1 тела Максвелла), затем развивается упруго-эластичная деформация параллельно работающих двух элементов 2 и 3 тела Кельвина, определяющая модуль эластичности E_3 , а также условную вязкость эластично-

сти η_3 . Четвёртым элементом модели общей деформации является движение поршня тела Максвелла, характеризующего эффективную, или пластическую, вязкость η_{II} .

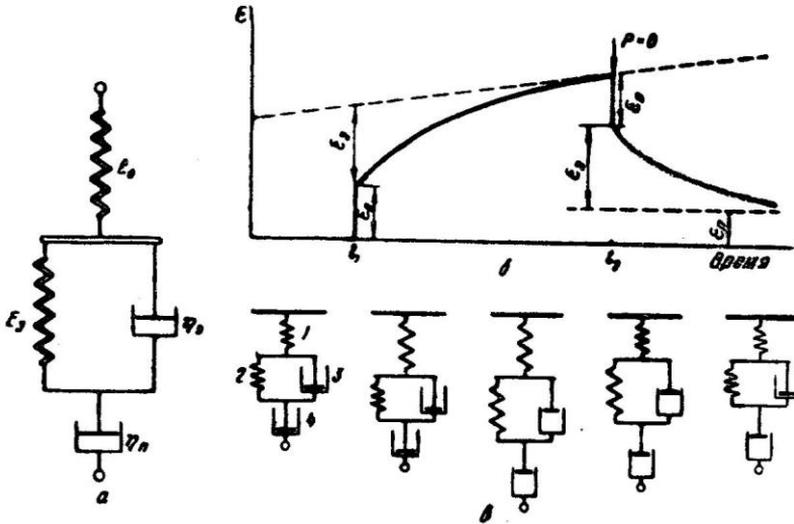


Рисунок 3 [12] – Схема упруго-эластичных и пластичных деформаций сдвига теста при постоянном напряжении с помощью механической модели тела: *a* – механическая модель; *б* – зависимость деформации от времени при постоянном напряжении; *в* – схема работы модели

В зависимости от длительности действия развитие суммарной деформации этой модели может быть приближённо выражено уравнением, состоящим из трёх частей, характеризующих мгновенно-упругую, эластичную и пластичную деформации:

$$\varepsilon = \frac{P}{E_0} + \frac{P}{E_1} \left(1 - e^{-\tau/\theta}\right) + \frac{P}{\eta} \tau. \quad (21)$$

Для реальных дисперсных систем оно является недостаточно точным, так как эти системы характеризуются статистическим рядом частиц, имеющих «спектр» деформаций сдвига, различающихся в условиях одинаковых напряжений.

Реальные величины упруго-эластичных и остаточных, пластичных деформаций, необходимых для вычислений мо-

дулей сдвига и вязкости теста, получают с помощью различных приборов – эластовискозиметров. Наиболее ценные сведения о механических свойствах неразрушенной структуры мучного теста получают путём деформаций его сдвига при постоянных напряжениях, концентрации сухих веществ и температуре в условиях весьма малых градиентов скорости деформации. Это даёт возможность определить технологические свойства зерна и муки из него, оценить процессы деформаций в условиях малых скоростей увеличения объёма теста при брожении и выпечке [12].

Знание физико-механических и реологических свойств продуктов производства и закономерности их изменения может указать новые пути управления технологическими процессами, облегчить разработку методов контроля и автоматизации этих процессов, а также отыскание правильного решения при проектировании нового оборудования и измерительной аппаратуры.

Выводы.

1. Разработана теория процесса консолидации мезги семян масличных культур в шнековых прессах. Расчётная модель мезги представлена как двухфазная система. «Скелетом» является органическая гелевая гидрофильная фазы – грубодисперсного гелевого порошка, сложного по химическому составу, обладающего гидрофильными свойствами. Жидкая гидрофильная фаза – масло с растворёнными в нём веществами, находящегося на широко развитой внутренней и внешней поверхности частиц.

2. Для изучения механизма процесса консолидации двухфазной мезги рекомендованы реологические модели идеальных тел и методика составления сложных реологических моделей. Сложные модели, составленные из двух и более идеальных тел, соединённые последовательно или параллельно. Как прототип мезги выбрано тесто. Разобрана методика составления упруго-эластичных и пластичных деформаций сдвига теста. Рассматриваемая модель состоит из четырёх элементов: двух элементов тела Максвелла и двух элементов тела Кельвина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зарецкий Ю.К. Теория консолидации грунтов /Зарецкий Ю.К.; под ред. Н.А. Цытовича – М.: Наука, 1967 – 268 с.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов / Вялов С.С. – М.: Высш. школа, 1978. – 447 с.
3. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел /А.М. Голдовский – М.: Пищепромиздат, 1958 – 446 с.
4. Прогноз скорости осадок оснований сооружений (консолидация и ползучесть многофазных грунтов) /[Цытович Н.А., Зарецкий Ю.К., Малышев М.В. и др.]; под ред. Н.А. Цытовича. – М.: Стройиздат, 1967 – 236 с.
5. Зарецкий Ю.К. Вязкопластичность грунтов и расчёты сооружений /Зарецкий Ю.К. – М.: Стройиздат, 1988. – 352 с.
6. Технология производства растительных масел /[В.М. Копейковский, С.И. Данильчук, Г.И. Гарбузов и др.]; под ред. В.М. Копейковского. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.
7. Урьев Н.Б. Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс / Урьев Н.Б. , Талейсник М.А. – М.: Пищевая промышленность, 1976 – 239 с.
8. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов. /Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 – 216 с.
9. Реология пищевых масс /[Гуськов К.П., Мачихин Ю.А, Мачихин С.А. и др.] – М.: Пищевая промышленность, 1970 – 208 с
10. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. часть 1 /Круглицкий Н.Н. – К.: Вища школа, 1975 – 268 с.
11. Круглицкий Н.Н. Основы физико-химической механики. часть 3 /Круглицкий Н.Н. – К.: Вища школа, 1977 – 136 с.
12. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста /Б.А. Николаев. – М.: Пищевая промышленность, 1976 – 247 с

BIBLIOGRAPHY

1. Zaretsky Yu.K. Theory of consolidation of soils / Zaretsky Yu.K. ; Pod red. Tsytoovich N.A.- M. : Nauka, 1967 - 268 p.
2. Vyalov S.S. Rheological fundamentals of soil mechanics: Ucheb. Posobiye dlya stroitel'nykh vuzov / Vyalov S.S. - M. : Vyssh. Shkola, 1978. - 447 p.
3. Goldovsky A.M. Theoretical bases of production of vegetable oils / AM. Goldovsky - M. : Pishchepromi-zdat, 1958 - 446 p.
4. Forecast of the sediment speed of the foundations of structures (consolidation and creep of multiphase soils) / [Tsytoovich N.A., Zaretsky Yu.K., Malyshev M.V. and etc.]; Pod red. Tsytoovich N.A. - M. : Stroyizdat, 1967 - 236 p.
5. Zaretsky Yu.K. Viscoplasticity of soils and calculation of structures / Zaretsky Yu.K. - Moscow: Stroyizdat, 1988. - 352 p.
6. Technology of production of vegetable oils.[V.M. Kopeikovskiy, S.I. Danilchuk, G.I. Garbuzov and others]; Pod red. V.M. Kopeikovskiy. - M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1982.- 416p.
7. Uryev N.B. Physicochemical mechanics and intensification of formation of nutrition masses / Uryev N.B., Talaysnik M.A. - M. : Pishchevaya promyshlennost', 1976 - 239 p.
8. Machikhin Yu.A. Engineering rheology of food materials. / Machikhin Yu.A., Machikhin S.A. - M. : Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981 – 216p.
9. Rheology of food masses / [Guskov KP, Machikhin Yu.A, Machikhin SA.] - M. : Pishchevaya promyshlennost', 1970 - 208 p.
10. Kruglitsky N.N. Fundamentals of physical and chemical mechanics. Part 1 / Kruglitsky N.N. - K.: Vishcha shkola, 1975 - 268 p.
11. Kruglitsky N.N. Fundamentals of physical and chemical mechanics. Part 3 / Kruglitsky N.N. - K. : Vishcha shkola, 1977 - 136 p.
12. Nikolaev B.A. Structural and mechanical properties of flour dough. B.A. Nikolaev. - M. : Pishchevaya promyshlennost', 1976 - 247 p.

STRUCTURALLY-MECHANICAL PROPERTIES TO FRY REDUCTION SEEDS OF OLIVE CULTURES

V.A. Didur, V.A. Tkachenko, A. V. Tkachenko, V.V.
Didur, A.L. Vereshchaga

Summary

The theory of process of consolidation to fru reduction seeds of olive cultures in screw press is developed. The settlement model to fru reduction seeds is presented as diphasic system. "Skeleton" is helium waterabsorb the phase - grossdisperse helium a powder, difficult on a chemical compound, possessing waterabsorb properties. Liquid waterabsorb a phase - oil with the substances dissolved in it which are on widely developed internal and external surface of particles.

The settlement model accepted in given work diphasic to fru reduction seeds is based with the following provisions A, B, C.

- A. Reologicheskie of the equation of a condition of each phase мезги.
- B. Harakter of interaction of separate phases to fru reduction seeds.
- C. Izmenenie of a parity of phases мезги in unit of volume in the course of consolidation

Deformation in time diphasic to fru reduction seeds includes two processes, proceeding simultaneously. One - process volume change in time гелевой the phases, occurring as a result of deformation of viscous communications between particles гелевой phases. The second, proceeding in parallel, - process of moving of phases to fru reduction seeds rather each other.

For studying of the mechanism of process of consolidation diphasic мезги are recommended reologish to model of ideal bodies and a technique of drawing up difficult reologish models. The difficult models made of two and more ideal bodies, connected consistently or in parallel. As a model prototype to fru reduction seeds the dough is chosen. The technique of drawing up of elastic-elastic and plastic deformations of shift of the test is disassembled. The considered model consists of four elements: two elements of body Maksvell and two elements of a body of Calvin.

Key words: consolidation, to fru reduction seeds, olive cultures, the screw a press, creep, reologish, helium a phase, vegetable oil.