

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Сергей Уминский, Анатолий Яковенко

Одесский государственный аграрный университет  
Адрес: Украина, 27037, г. Одесса, ул. Канатная, 99. e-mail: umoshi@mail.ru

**Аннотация:** Разработанная технология для двухступенной очистки растительного масла и представленные результаты исследований качества сырья и готовой продукции.

**Ключевые слова:** гидродинамический излучатель, акустическая волна, отражатель.

### ВВЕДЕНИЕ

Важным этапом в производстве растительного масла служит процесс ее очистки от фосфатида, механического и других нежелательных примесей. Государственным стандартом предусмотрено производство гидрированного растительного масла (в дальнейшем - РМ), из которого в технологическом процессе выделяются фосфатид и другие неблагоприятные вещества.

### ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Содержание сопутствующих веществ, в том числе и фосфатида, колеблется в значительных пределах и зависит от их вида (см. табл.1). Фосфатиды легко растворяются в РМ при температурах их получения и в дальнейшем произвольно из них выделяются. Осадки, которые образовались, быстро портятся за счет протекания интенсивных окислительных, ферментативных и гидролитических процессов. Наиболее распространенным методом выдержки фосфатида из РМ является гидратация. Этот процесс сочетает методы обработки РМ водой или сильно разведенными водными растворами щелочей и солей. В заводской практике применяют разнообразные режимы, которые отличаются один от одного по количеству гидратирующего реагента, его состава и т.п. Чаще всего для гидратации РМ используют очищенную дистиллированную воду с целью экономии расходов, но при этом не всегда получают необходимое качество продукта. В основе гидратации фосфатида лежат сложные физико-химические превращения под воздействием реагентов. Механизм взаимодействия фосфатида с реагентами представляется схемой, изображенной на рис. 1. [1,2]. Приняв за основу такую структуру системы можно описать их характер взаимодействия с реагентами при гидратации. В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот (гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование в масле. Это наблюдается в том случае, если реагенту в масле недостаточно. В таких структурах обычно участвуют фосфатидхолины и другой фосфатид с ярко выраженной поверхностной активностью. Если реагенту в масле достаточное количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированного фосфатида и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает при соотношении глицериды - фосфатид 30: 70. При этом система негативно шатка. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частей, а вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмульсия. Этот механизм не исключает и протекание химической реакции между реагентами и фосфатидом.

(гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой, (рис. 1б)

В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот (гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование в масле. Это наблюдается в том случае, если реагенту в масле недостаточно. В таких структурах обычно участвуют фосфатидхолины и другой фосфатид с ярко выраженной поверхностной активностью. Если реагенту в масле достаточное количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированного фосфатида и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает при соотношении глицериды - фосфатид 30: 70. При этом система негативно шатка. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частей, а вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмульсия. Этот механизм не исключает и протекание химической реакции между реагентами и фосфатидом.

В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот (гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование в масле. Это наблюдается в том случае, если реагенту в масле недостаточно. В таких структурах обычно участвуют фосфатидхолины и другой фосфатид с ярко выраженной поверхностной активностью. Если реагенту в масле достаточное количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированного фосфатида и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает при соотношении глицериды - фосфатид 30: 70. При этом система негативно

но шатка. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частей, а вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмуль-

сия. Этот механизм не исключает и протекание химической реакции между реагентами и фосфатидом.

Таблица 1. Содержание фосфатида в растительных маслах  
Table 1. Contents of phosphatide is in vegetable oils

Масло	Содержание фосфатида в растительных маслах, %		
	Форпрессовом	Экспеллерном	Экстракционном
Подсолнечное	0,2 – 0,8	0,6 – 1,2	0,8 – 1,4
Хлопковое	0,5 – 1,6	1,4 – 1,9	2,0 – 2,5
Соевое	1,1 – 2,1	2,7 – 3,4	3,9 – 4,5
Льняное	0,19 – 0,46	0,64 – 0,87	0,8 – 1,62

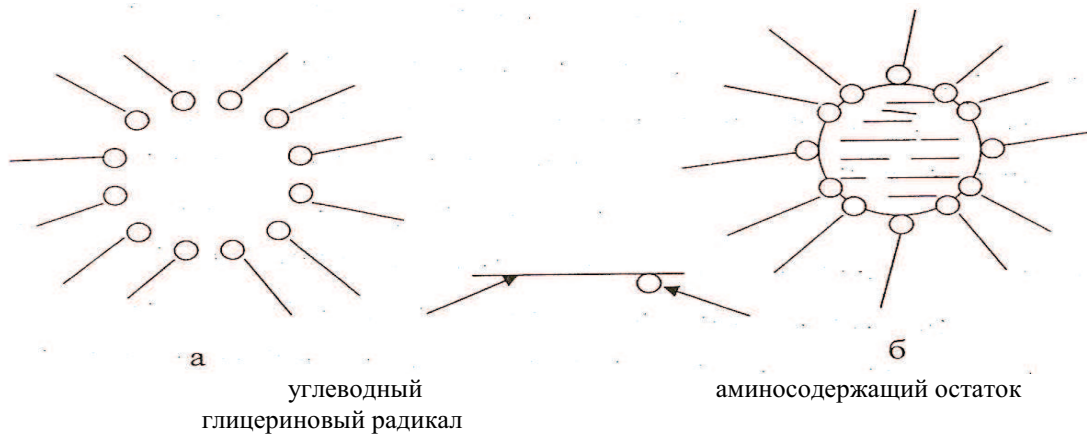


Рис. 1. Состояние фосфатида в масле: а- ассоциация молекул фосфатида в результате гидрофильных взаимодействий; б- ассоциация молекул на капле реагента(воды и др.).

Fig. 1. Consisting of phosphatide is of oil: a- association of molecules of phosphatide as a result of hydrophilic interactions; b- association of molecules on the drop of reagent(waters and other).

Такой характер взаимодействия фосфатида с реагентом в первую очередь характерен для тех форм, которые образуют в масле ассоциации за счет гидрофильных взаимодействий. В меньшей мере это наблюдается для ассоциатов, построенных за счет водородных связей между полярными частями молекул фосфатида. Таким образом, система "масло - фосфатид" находится в динамическом равновесии до тех пор, пока внешние факторы( взаимодействие гидратирующего реагента, среды, тепла и так далее) не приведут к нарушению этого равновесия [3, 4, 5].

Количество реагента, необходимое для гидратации, зависит от вида масла и содержания в нем фосфатида. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом гидратации попытки. В общем случае можно считать, что количество реагента на гидратацию складывается от 0.5 к 6%. Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 к 3%. При гидратации с применением поваренной соли использует ее водород растворы концентрации от 0,5 до 1% количества от 2 к 6% от массы масла. Температура масла влияет на процесс гидратации. Да, при низкой температуре из при высокой вязкости масла затрудненное разделение фаз. Высокая

температура приводит к уменьшению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла составляют 45-50 °С.

**Цель исследований:** Для выявления наиболее рациональных реагентов нами проведен патентный поиск способов гидратации и очистки растительных масел. Осуществлен синтез наиболее приемлемых к условиям агропроизводства методов повышения потребительских свойств ОМ, а именно:

- способ очистки растительных масел от серосодержащих соединений, Роспатент, №2057795, 1996(В. С. Стопский и др.);
- способ очистки рафинированных хлорофилл которые содержат растительные масла, Роспатент, №2055867, 1996(Н. В. Комаров и др.);
- способ очистки растительных масел, Роспатент, №2000105536, 2002(Э. П. Иванов);
- способ очистки растительных масел, Роспатент, №2117034, 1998(Г. Г. Русаков и др.);
- водяное средство для очистки масла растительного или животного происхождения от фосфор -

железосодержащих компонентов, Роспатент, №2033422, 1995 (А. Г. Металгезельшафт и др)

- бесепарационная установка для очистки растительных масел, Роспатент, №2046130, 1995 (В. В. Мартшикин и др.);

- приспособление для очистки растительного масла от механических примесей, Роспатент, №2044765, 1995 (Р. Л. Абасова и др.);

- способ очистки растительных масел от веществ группы хлорофила, Роспатент, №2062784, 2996 (В. С. Стоцкий и др.);

- способ и устройство очистки растительного масла, Роспатент №2155797, 2000 (Н. В. Ньюшков и др.);

- способ сорбционной очистки нерафинированных растительных масел, Роспатент, №2001114602, 2003 (В. Г. Любанов и др.);

- установка для микрофильтрации растительных масел, патент Украины на полезную модель, №32176, 2008 (Г. С. Топілін, С. М. Умінський)

- установка для двухступенной очистки растительного масла, патент Украины на полезную модель, №37333/2, 2008, (Г. С. Топілін, І. А.).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из анализа перечисленных выше патентов установлено, что перспективными направлениями являются способы сорбционной очистки РМ с применением разного состава и происхождения реагентов (дистиллированной воды, водород растворы лугов, солей, кислот, адсорбентов - перлит, естественные глины и др.). Как устройства и аппараты широко используются сепараторы, центрифуги и фильтры, включая мембранно-керамические микрофильтры, фильтры многоступенчатой очистки, гидродинамические коагуляторы и другое оборудование. Для выбора наиболее эффективного реагента для гидратации РМ апробированы следующие вещества и технологии на специальной установке с гидродинамическим коагулятором.

1. Гидратация растительного масла осуществлялась с добавлением дистиллированной воды и ее раствором поваренной соли. Количество воды на гидратацию масла складывало от 0,5 к 3% массы, а при применении соли и ее растворов использовали концентрацией от 0,5 до 1% количества от 2 к 6% от массы РМ. Режим работы установки : давление масла 0,5-4 кг/см<sup>2</sup>, время обработки - 0,5 час; температура 60-65 °С.

2. Реагент- минеральная вода, которая содержит соли натрия при количестве от 2 до 6% массе ОМ. Режим работы : давление масла в системе -

0,5÷4,0 кг/см<sup>2</sup>; время обработки - 0,5 часы; температура- 60-65 °С.

3. Реагент - белое сухое виноградное вино в количестве до 10 в зависимости от природы масла и содержания в нем фосфатида) - оптимальное количество от 2 к 6% масс РМ. Режимы работы : давление в коагуляторе -до 4 кг/см<sup>2</sup>; температура-60-65 °С (возможная "холодная" гидратация масла, при температуре воздуха в цехе 18-20 °С).

4. Масло при гидратации обрабатывалось аминоуксусной кислотой, взятой в молекулярном соотношении к содержанию серы 1,2 -3,0. Режимы работы аналогичны п. п. 1, 2, 3.

5. Реагент - цитратно-фосфатный буферный раствор из рН 7,75 в количестве 0, 1 - 20 массы. потому что эмульгатор в количестве 0,001-5 масс (додецилсульфат натрия). Водное средство имеет значение рН 3÷7, преимущественно рН 4÷6. Оптимальное количество буферного раствора - 20 г. на литр масла (количество подбирается анализом попытки кислотного числа масла за ДСТ 54 - 76 и перекисного числа за ДСТ 26593 (ISO 3960)).

Определены физико-химические показатели проб подсолнечного масла, обработанного реагентами по п. п. 1-5. Наиболее эффективным оказался способ и реагент по п. 5. Результаты анализов приведены в табл. 2.

Из табл. 2, видно, что физико-химические показатели масла, обработанного по способу п.5 цитратный -фосфатным реагентом отвечают требованиям стандарта и относятся к гидратированному подсолнечному маслу первого сорта. Подбадривающие результаты получены и по п. п. 1, 2, 3 апробированных реагентов, однако они требуют всесторонней дополнительной проверки. В результате исследований и синтеза способов и оборудования установлен рациональный реагент для повышения качества растительного масла, в частности цитратино-фосфатный буферный раствор из рН 7,75. Определен оптимальный состав реагента, установлены наиболее благоприятные режимы работы гидрататора. Предложенное оборудование и режимы гидратации могут быть использованы в мини-цехах агропроизводства, фермерских и крестьянских хозяйствах [6]. Количество воды, необходимое для гидратации, зависит от природы масла и содержания у нее фосфатида. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом гидратации попытки. В общем случае можно считать, что количество воды на гидратацию складывает от 0,5 до 6 Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 до 3 [7,8].

Таблица 2. Физико-химические показатели проб подсолнечного масла  
Table 2. Physical and chemical indexes of tests of sunflower-seed oil

Наименование показателей	Гидратированное масло	Масло, обработанное реагентом п.5
	Норма по ГОСТ 1129-93, для первого сорта	Цитратно-фосфатный
Кислотное число, мг. КОН/г, не более	4,0	2,4
Перекисное число, м'моль/кг 0,5, не более	10	8,5

При гидратации с применением поваренной соли используются ее водород растворы концентрацией от 0,5 до 1,0% количества от 2 до 6% от массы масла [9,10]. Температура масла влияет на процесс гидратации. Так при низкой температуре через высокую вязкость масла затрудненное разделение фаз. Высокая температура приводит к уменьшению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла складываются 45 -50 °С [ 11 ].

Государственным стандартом предусмотрена многоступенчатая тонкая очистка растительного масла от механических примесей, фосфатида, гидрофильных и канцерогенных веществ и других нежелательных компонентов.

Наиболее эффективным способом очистки масла тонкодисперсных частей есть фильтрация. Суть ее является в протекании масла через достаточно мелкие открой фильтрующей перегородки. Масло проходит через открой фильтрующих элементов, а частицы, размер какие больше размеры отверстий, задерживаются на ее поверхности, образуя осадок. В зависимости от качества фильтрующей перегородки и режиму фильтрации(давление, температура, час т.д. ) можно достичь разной степени очистки, масла .

Динамика этого процесса с учетом концентрации примесей б3 в расчете пропускной способности фильтров qпс, длительности t процесса и других параметров описывается критерием Струхала следующего вида

$$Sh = q_{пс} \delta_3 \varphi_{\phi} \tau / K_{п}^{1/2}, \quad (1)$$

где  $\varphi_{\phi}$  -- коэффициент полноты фильтрации;  $K_{п}$  - коэффициент проницаемости фильтрующего материала.

Комплексно процесс микрофильтрации оценивается модифицированным критерием Струхала Sh, дополнительно учитывающим оптические плотности системы и фильтрата, коэффициент трения в среде; расходные элементы и др.

На основе закономерностей Струхала, Дарси и др. описывающих процессов фильтрации определенный объем Vф выхода фильтрата :

$$V_{\phi} = \frac{\Delta P S_{\phi} (1 - b q_M)}{u_{\phi} \mu_M v q_M \varepsilon} \quad (2)$$

где  $\Delta P$  - перепад давления на перегородках фильтра;  $S_{\phi}$  - площадь фильтра; b - отношение влажного осадка(примесей) к сухому; q - концентрация мехпримесей в масле;  $U_{\phi}$  - скорость фильтрации; - коэффициент динамической вязкости масла; v - удельный вес материала фильтра;  $\varepsilon$  - удельное сопротивление осадка.

Пропустив этот, еще не совсем очищенный продукт, под определенным давлением через микроскопы(капилляры) мембранных фильтров можно дополнительно освободить загрязненное масло и от более мелкодисперсных примесей.

Воспользовавшись математическими зависимостями (1,2) разработанная установка для двухступенной очистки растительного масла. На рис 2. представленная принципиальная схема установки.

Установка имеет приводной электродвигатель(1), муфту(2), которая соединяет насос(3), байпас(4), соединительную арматуру с кранами(12),(13)(14)(15)(20)(21) которые предназначены для регулирования процесса очистки масла, контрольно-измерительную аппаратуру( манометр(18), термометр(19) ), емкость(11) для сырья(неочищенного масла) и емкость(10) для готовой продукции(очищенного масла). В основу установки положен фильтр(5), для двухступенной очистки растительного масла( див.рис 2.9) - Фильтр(5) состоит из корпуса(6) цилиндрической формы. В середине в полости корпуса(6) устанавливается каркас жесткости(16), обверченный фильтрующим элементом(7) ( бейтинг-ткань, миткаль, ткань из синтетического волокна-лавсан, капрон или мелкая сетка). По центру вертикальной оси вмонтирован керамический фильтр(8), в середине каркаса жесткости(16) для тонкой очистки. Вход фильтра(5) олієпроводом(17) через бай-пас(4) соединен с выходом насо-

са(3), а выход фильтра(8) подсоединен к емкости(10) готовой продукции (очищенного масла). Очистка масла от механических примесей, фосфатида и других нежелательных веществ осуществляется в два этапа, а именно :

- 1 - предыдущая очистка масла тканью бельтинга;
- 2 - тонкая очистка микрофилтрация масла керамическим фильтром.

Комплексная очистка масла реализуется в одном фильтре(5), разделенном на два уровня 1 и 2(рис.2).

Установка работает таким образом : в рабочем режиме при включении электродвигателя(1) через муфту(2) начинает работать насос(3) и всасывает масло из емкости(11) по магистрали, соединяя емкость(11) с насосом(3), при этом краны(12),(13) должны быть открытыми, а краном(21) бай-пас регулируется предыдущее рабочее давление в системе, которое контролируется манометром(19). Температура масла фиксируется термометром(18). При открытом кране(13) под давлением масел проходит

по магистрали в фильтр(5), где на 1-ому этапе предварительно очищается, проникая через фильтрующий элемент (7).

Потом предварительно очищенное масло проходит через керамический фильтр(8) в полость - 2 вторая степень(микрофилтрация). При открытом кране(20) очищенное масло по маслопроводу(9) попадает в емкость(10) как готовый продукт. При засорении фильтрующих элементов(7),(8) фильтр (5) очищается сжатым воздухом в обратном направлении. Слив загрязнений осуществляется открытием крана(14). Перед очисткой осуществляется коагуляция примесей гидродинамическим аппаратом. Предложенная установка изготовлена и апробирована в условиях агропроизводства, полученные результаты(см. табл.3) [9-20].

Общий вид двухступенного фильтра установки(5) изображен на рис. 3.

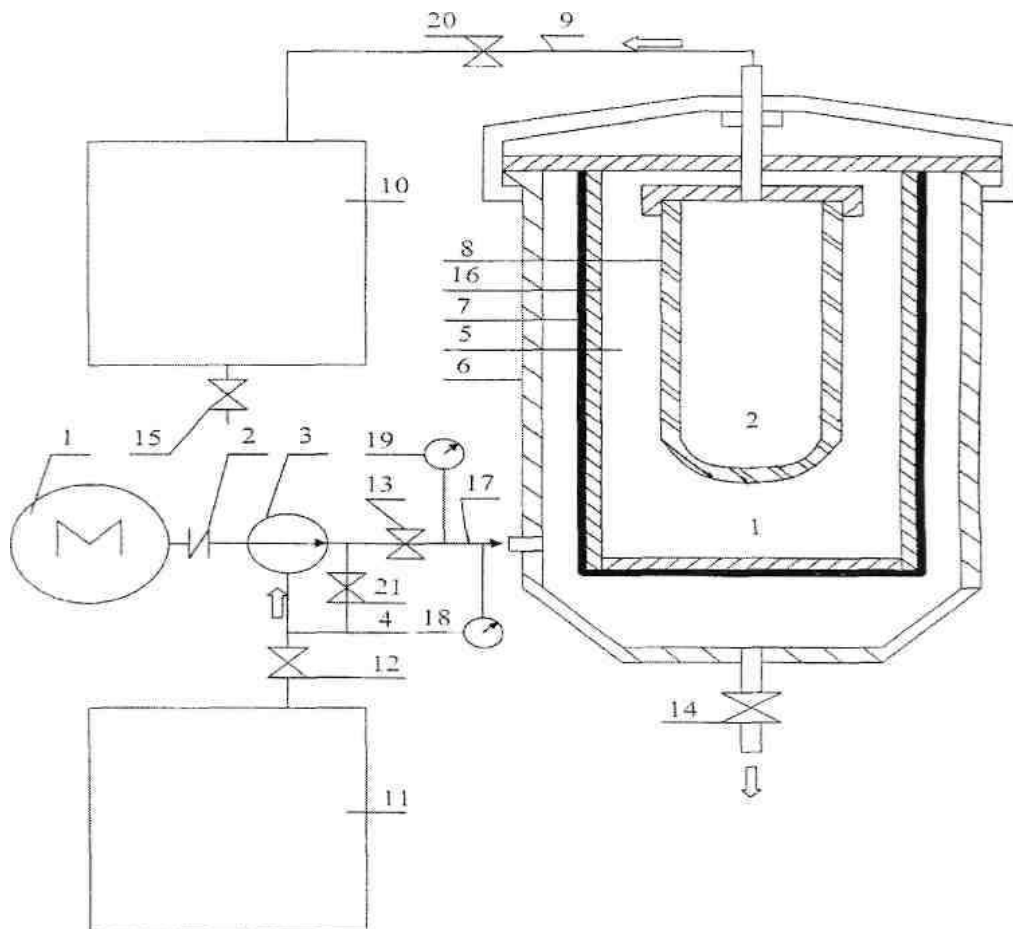


Рис. 2. Установка для двухступенной очистки растительного масла  
Fig. 2. Fluidizer two degrees of cleaning of vegetable oil.

Очистка масла от механических примесей, фосфатида и других нежелательных веществ осуществляется в два этапа, а именно :

1 - предыдущая очистка масла тканью бельтинга;

2 - тонкая очистка микрофльтрация масла керамическим фильтром.

Комплексная очистка масла реализуется в одном фильтре(5), разделенном на два уровня 1 и 2(рис.2).

Установка работает таким образом : в рабочем режиме при включении электродвигателя(1) через муфту(2) начинает работать насос(3) и всасывает масло из емкости(11) по магистрали, соединяя емкость(11) с насосом(3), при этом краны(12),(13) должны быть открытыми, а краном(21) бай-пас регулируется предыдущее рабочее давление в системе, которое контролируется манометром(19). Температура масла фиксируется термометром(18). При

открытом кране(13) под давлением масел проходит по магистрали в фильтр(5), где на 1-ому этапе предварительно очищается, проникая через фильтрующий элемент (7).

Потом предварительно очищенное масло проходит через керамический фильтр(8) в полость - 2 вторая степень(микрофльтрация). При открытом кране(20) очищенное масло по маслопроводу(9) попадает в емкость(10) как готовый продукт. При засорении фильтрующих элементов(7),(8) фильтр (5) очищается сжатым воздухом в обратном направлении. Слив загрязнений осуществляется открытием крана(14). Перед очисткой осуществляется коагуляция примесей гидродинамическим аппаратом. Предложенная установка изготовлена и апробирована в условиях агропроизводства, полученные результаты(см. табл.3) [9-20].

Общий вид двухступенного фильтра установки(5) изображен на рис. 3.

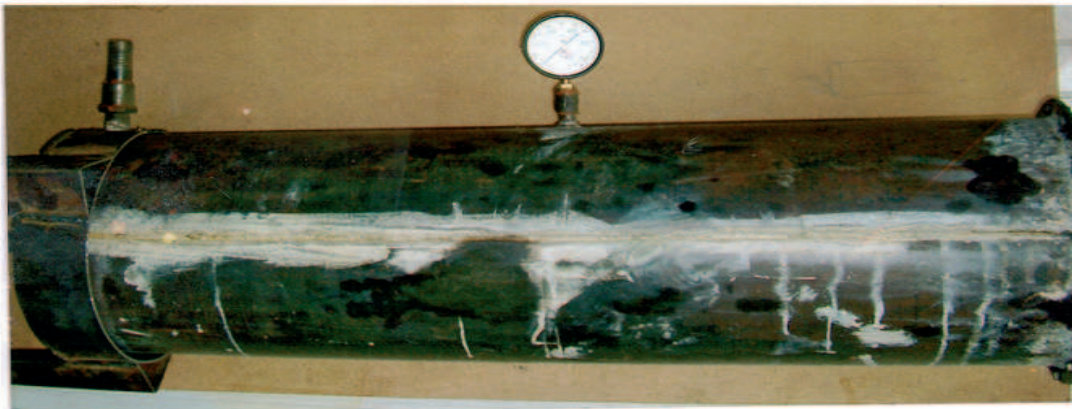


Рис. 3. Общий вид двухступенного фильтра.  
Fig. 3. General view of filter with two stages of cleaning.

Таблица 3. Показатели качества подсолнечного масла после двухступенной очистки  
Table 3. Indexes of quality of sunflower-seed oil after two stages of cleaning

Название показателей	Показатели
Сорт	Высший
Массовая часть нежирных веществ, %	Отсутствуют
Массовая часть летучих веществ, %	0,10
Степень прозрачности, Фем	25
Кислотное число, кон/г	0,35 – 0,40
Перекисное число, моль/кг	5,00 – 10,0
Цветное число, мг/йода	10

Из таблицы 3 можно увидеть, что очищенное на предложенной установке масло, отвечает требованиям ДСТ 1129-93 "Масло подсолнуха. Технические условия". Разработанная установка имеет ряд преимуществ :

- простота в обслуживании;  
- не накапливается осадок (кислотное и перекись число);

- освещение растительного масла;  
- отсутствующие потери масла в технологическом процессе;  
- затрата электроэнергии уменьшается на 20 - 30 в сравнении с существующими фильтрами;  
- высокая надежность в эксплуатации;

- установка по своим технико-экономическим характеристикам может быть использована в мини-цехах агропроизводства.

### ВЫВОДЫ

Разработанная технология обеспечивает комплексную очистку масла от фосфатида, механических и других примесей. Качество очищенного масла отвечает требованиям государственного стандарта. Установка по своим технико-экономическим характеристикам может быть использована в мини-цехах агропроизводства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси// 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 243.
2. Топилин Г., Талаякер Л., 2005.: Биодизтопливо на основе рапсового масла.// MOTROL. – №5, 23 – 26.
3. Біопалива (технології і обладнання), 2004.:/ В.О. Дубровін, М.О. Корчений, І.П. Масло. – К.: Енергетика і електрифікація. – 256.
4. Ковалишин С., 2008.: Сировинна база західного регіону України для виробництва біодизеля// MOTROL. – №10А, 220 – 224.
5. Пат. України № 31463, С10L8/00, 2008.:/ С. Уминський. Гідродинамічна установка для отримання біодизельного палива. – Бюл. №7
6. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Розвиток методів та технологічних засобів виробництва біодизельного палива. Аграрний вісник Причорномор'я.: Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 84 – 88.
7. Топілін Г., Уминський С., 2009.: Використання гідродинамічних апаратів у технологічних процесах. – Одеса: ТЕС. – 184.
8. Топілін Г., Уминський С., 2008.: Гідродинамічний апарат для отримання екологічно чистого біодизельного палива// Матеріали 12-ої міжн. науч. конф. «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв», 119 – 121.
9. Topilin G., Uminski S., 2008.: Biodiesel fuel for agricultural manufacture// – ТЕКА Ком. Mot. Energ. Roln. – Vol. VIII, 283 – 287
10. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Использование гидродинамических аппаратов в агропроизводстве// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 64 – 79.
11. Пат. України № 37619, С10I 5/40, 2008.:/ Уминський С. Універсальна установка для виробництва біодизельного палива. – Бюл. № 23.
12. Перник А., 1966.: Проблемы кавитации. – Л: Строймаш. – 356.
13. Ультразвук, 1979.: Мала енциклопедія. – К.: Радянська енциклопедія. – 460.
14. Фоминский П., 2003.: Роторні генератори. – Черкаси: ОКО-Плюс. – 346.
15. Назаренко А., 1972.: Акустика и ультразвуковая техника. – 367.
16. Бергман Л., 1957.: Ультразвук и его применение в науке и технике. – М: Колос. – 234.
17. Топилин Г., Уминский С. и др., 2007.: Определение параметров гидродинамического излучателя для аграрного оборудования.// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 92 – 96.
18. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси бензина с этанолом. – 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 245.
19. Топілін Г., Уминський С. та ін., 2007.: Синтез технології та розробка методики випробувань сумішного бензину. Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 129 – 135.
20. Зуев В., Кряжков Г. и др., 1981.: Ультразвуковая обработка дизельных топлив как средство борьбы с нагарообразованием. – Научные труды Ленинградского с.-х. ин-та. – т. 41, 46 – 50.
21. Topilin G., Uminski S., 2009.: Production of biodiesel fuel for self-propelled agricultural machinery.// ТЕКА Ком. Mot. Energ. Roln. – Vol. IX, 353 – 357.

### RECEPTION BIODIESEL FUEL FOR MOBILE MACHINERY

**Summary.** Dialogue is carried out and installation for reception of biodiesel fuel in conditions manyfactory is created.

**Key words:** hydrodynamical radiator, installation wave, reflector.