

УДК 674.816.2

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ

Н.Ф. Тимербаев<sup>1</sup>, А.В. Сафина<sup>2</sup>, Г.Р. Арсланова<sup>2</sup>, Д.Ф. Зиятдинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия

**Резюме:** В настоящее время наблюдается тенденция к использованию препаратов на основе лекарственных растений взамен синтетических лекарственных препаратов. И главным плюсом является возможность использования древесных отходов в виде коры, листьев и почек, так как на производстве эти части деревьев уходят в отходы. Проведены исследования по экстрагированию древесных отходов. На основе полученных данных разработано аппаратное оформление повышенной энергоэффективности за счет применения теплового насоса.

**Ключевые слова:** экстракция, кора, осина, биологически активные вещества, салицин, тепловой насос.

## INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE EXTRACTION PROCESS

N.F. Timerbaev, A.V. Safina, G.R. Arslanova, D.F. Ziatdinova

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia  
Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

**Abstract:** At present, there is a tendency to use drugs based on medicinal plants instead of synthetic drugs. And the main advantage is the possibility of using wood waste in the form of bark, leaves and kidneys, since these parts of the trees are waste in production. Studies on the extraction of wood waste have been carried out. On the basis of the data obtained, the hardware design of increased energy efficiency was developed through the use of a heat pump.

**Keywords:** extraction, bark, aspen, biologically active substances, salicin, heat pump

### Введение

На деревоперерабатывающих предприятиях ветви, зелень и кора являются отходами и не имеют полезного применения [1]. Однако эти части древесины содержат в себе множество полезных биологически активных веществ [2, 3, 4].

Биологически активные вещества много лет используются в народной и традиционной медицине. Препараты, содержащие их, зачастую обладают противовоспалительными свойствами. К таким биологически активным веществам относится и салицин, содержащийся в древесине ивы и осины. Салицин представляет собой кристаллический гликозид салицилового спирта. Он имеет горький вкус, нейтральную реакцию, не вызывает раздражающего действия на желудочно-кишечный тракт, в отличие от синтетического салицина [5, 6].

Терапевтическое значение салицина основано на его окислении в организме в салициловую кислоту [7]. Препараты на основе лекарственного сырья используются в

качестве замены синтетических препаратов. Они обладают рядом преимуществ относительно вторых: уменьшается риск возникновения побочных эффектов, лечение является более безопасным [8]. Также изготовление лекарственных препаратов на основе биологически активных веществ позволяет частично устранить проблему по рациональному использованию древесных отходов [9]. Целью нашего исследования явилось получение сухого остатка с содержанием салицина экстракцией. В качестве исходного сырья использовалась кора осины разной измельченности. Экстракция проводилась методом противоточной реперколяции в 5 перколяторах 40% этиловым спиртом.

### Экспериментальная часть

На базе кафедры «Переработка древесных материалов» КНИТУ были проведены исследования по экстрагированию биологически активных веществ из коры осины. Материалом для экспериментов послужила молодая осина, не зараженная грибковыми заболеваниями. Первоначально кора осины высушивалась, затем измельчалась. Первая партия измельчалась на барабанно-ножевой дробилке до размера 0,5 – 1 мм. Вторая партия измельчалась на молотковой дробилке до размера 2 – 3 мм. Третья партия измельчалась вручную до размера фракций 5 – 8 мм.

Сам процесс экстракции проводился по методу противоточной реперколяции в 5 перколяторах, в качестве экстрагента использовался 40% этиловый спирт в соотношении сырье: экстрагент = 1: 2,5. Технологическая схема процесса показана на рис. 1.

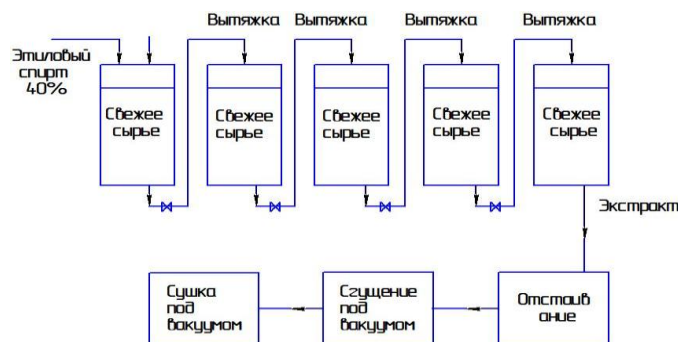


Рис. 1. Технологическая схема процесса экстракции

Процесс происходит следующим образом: в первый перколятор загружают измельченную кору, добавляют экстрагент и настаивают в течение 10 часов. По истечении этого времени из первого перколятора сливают вытяжку и заливают в предварительно загруженный корой перколятор № 2. Недостающее количество экстрагента заливают свежим 40% этиловым спиртом. Затем процесс идет по аналогии: вытяжка из второго перколятора является экстрагентом для третьего перколятора и т.д. Экстрагент движется по перколяторам противотоком со свежим сырьем и насыщается биологически активными веществами в большей степени. После ввода в работу всех перколяторов проводится отбор готовой вытяжки из пятого перколятора. Затем полученный экстракт отстаивается и фильтруется. На следующем этапе очищенный экстракт сгущается в выпарном аппарате при температуре 40 °С и сушится в сушильном аппарате при температуре 50°С. Повышенная температура неблагоприятно влияет на биологически активные вещества, так как они являются термолабильными [10]. Этим и обуславливается использование вакуумного оборудования, выбор данного диапазона температур и высокие энергозатраты проведения процесса.

По данной методике были проведены исследования по экстрагированию биологически активных веществ из коры осины различной степени измельченности. В процессе экстрагирования при сливе вытяжек с каждого перколятора бралась проба, которая потом сгущалась и сушилась по описанному выше принципу. После сушки каждая

проба взвешивалась для определения концентрации сухого остатка. Результаты исследования отражены на графике (рис. 2).

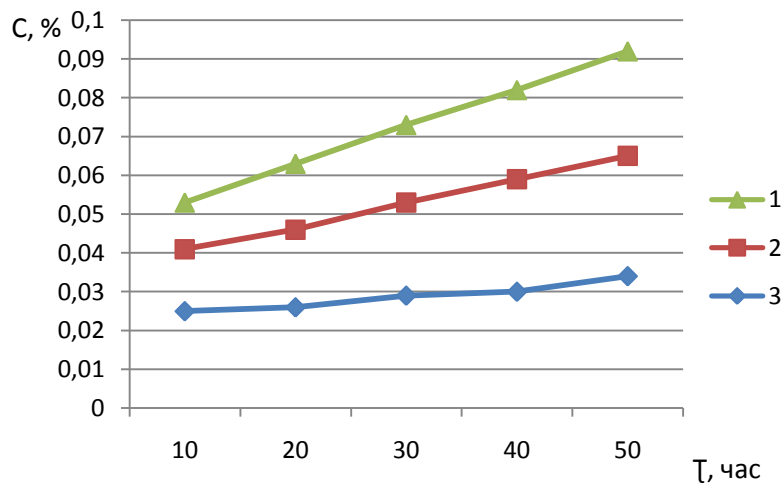


Рис. 2. Кинетические зависимости концентрации салицина  
1 – фракция 0,5 ÷ 1 мм; 2 – фракция 2 ÷ 3 мм; 3 – фракция 5 ÷ 8 мм

Из кинетических зависимостей видно, что выход сухого остатка, содержащего салицин, зависит от степени измельченности исходного сырья.

Результаты проведенных исследований позволили разработать энергоэффективную установку экстрагирования древесного сырья (рис. 3).

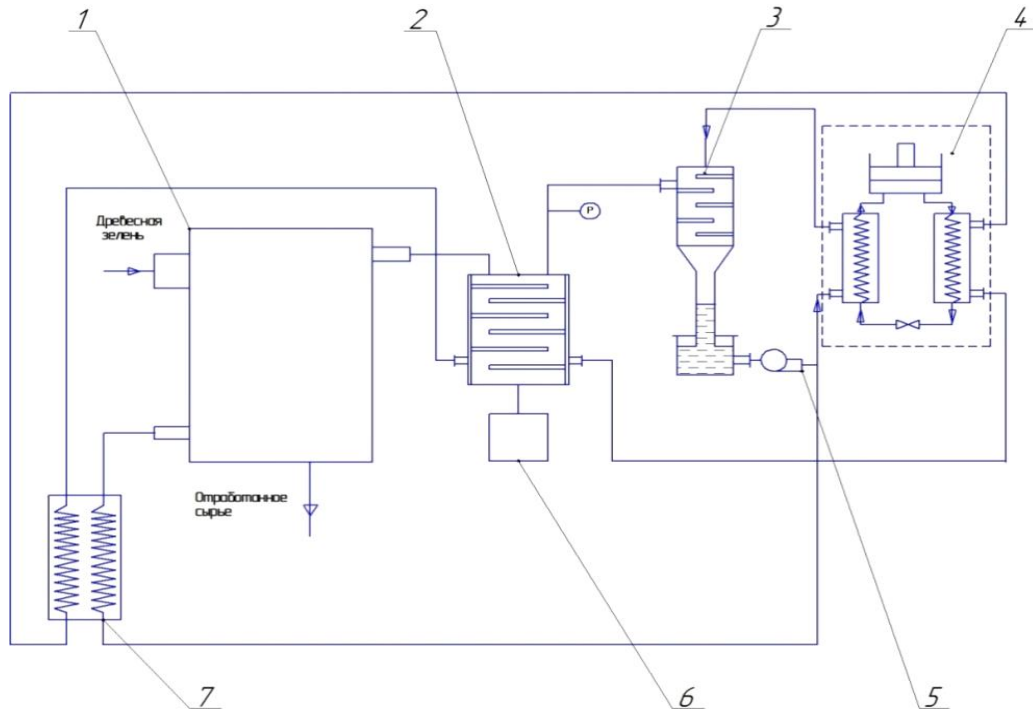


Рис. 3. Установка процесса экстракции

1–экстрактор; 2 – выпарной аппарат; 3–конденсатор смешения; 4 – компрессорная установка;  
5– насос; 6 – сборник выпаренного экстракта; 7 – рекуперативный теплообменник

Процесс экстракции происходит следующим образом: в экстрактор 1 загружается предварительно измельченное до фракции  $0,5\div 1$  мм древесное сырье, процесс протекает при температуре  $40\div 50^{\circ}\text{C}$ . В качестве экстрагента используется раствор 40% этилового спирта. Полученный экстракт выпаривают в выпарном аппарате 2 под разрежением, создаваемым конденсатором смешения 3 совместно с вакуумным насосом. Часть паровой среды, удаленной и сконденсированной в конденсаторе смешения 3, поступает на рециркуляцию с помощью насоса 5 через рекуперативный теплообменник 7 в качестве экстрагента в экстрактор 1, а другая часть через холодильную установку 4 передает свое тепло на обогревание выпарного аппарата 2. Выпарившийся экстракт собирается в сборнике 6.

Для проведения экстракции 100 кг древесного сырья в известных установках необходимо затратить 97 кВт·час. тепловой энергии. В разработанной установке потребление энергии компрессорной установкой составляет 31 кВт·час, насосом конденсатора смешения – 1,7 кВт·час. Из приведенных значений видно, что предложенное аппаратурное оформление процесса экстракции древесного сырья позволяет снизить энергозатраты более чем в два раза.

### **Заключение**

В результате проведенных исследований разработана установка, позволяющая повысить эффективность процесса экстракции за счет уменьшения энергозатрат на стадии регенерации экстрагента, вследствие применения теплового насоса в виде компрессорного агрегата.

### **Литература**

1. Томчук Р.И. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве / Р. И. Томчук, Г. Н. Томчук. М.: Лесная промышленность, 1973. 360 с.
2. Галяветдинов Н.Р. Переработка древесной зелени с последующим получением полезных продуктов / Н. Р. Галяветдинов, А. Е. Воронин // Вестник технологического университета 2014. Т. 17, №15. 234–236 с.
3. Сафин Р.Р. Повышение эффективности экстракции эфирных масел водяным паром / Р.Р. Сафин и др. // Вестник технологического университета 2015. Т.18, №8. 256–258 с.
4. Воронин А.Е. Способы получения полезных продуктов из отходов деревопереработки, преимущественно древесной зелени. / А.Е. Воронин, А.Р. Зиятдинова. М.: Деревообрабатывающая промышленность, 2012. 32 с.
5. Арсланова Г.Р. Получение биологически активных веществ из древесины осины методом экстракции / Г.Р. Арсланова, Р.С. Альмухаметов, А.Р. Шакиров// Воронеж. гос. ун-т инж. технол. Воронеж: ВГУИТ, 2016. 624 с.
6. Турецкова В.Ф. Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противовоспалительного и противовоспалительного действия / В.Ф. Турецкова и др. // Бюллетень сибирской медицины 2011. Т. 10, № 5. 340 с.
7. Пономарев В.Д. Экстрагирование лекарственного сырья / В.Д. Пономарев. М.: «Медицина», 1976. 202 с.
8. Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. / под ред. М.В. Гаврилина. Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2010. Вып. 65. 838 с.
9. Турецкова В.Ф. Экстракционные препараты из сырья растительного и животного происхождения: уч. пособие / В. Ф. Турецкова, Барнаул: Изд-во АГМУ, 2007. 268 с.
10. Репях С.М. Химия и технология переработки древесной зелени / С.М. Репях, Л.П. Рубчевская. Красноярск: КГТА, 1994. 320 с.

### Авторы публикации

**Тимербаев Наиль Фарирович** – д.т.н., профессор кафедры «Инженерная экология и рациональное природопользование» (ИЭР), директор научного центра «Центр перспективных энерготехнологий», Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). E-mail: cpekgeu@gmail.com.

**Сафина Альбина Валерьевна** – к.т.н., доцент кафедры «Архитектура и дизайн изделий из древесины» Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ). E-mail: safin@kstu.ru.

**Арсланова Гульшат Ринатовна** – магистр кафедры «Переработка древесных материалов», Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ). E-mail: 94arslanovagulshat@mail.ru.

**Зиятдинова Диляра Фарировна** – д.т.н., профессор кафедры «Переработка древесных материалов», Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ). E-mail: ziatdinova2804@gmail.com.

### References

1. Tomchuk R. I. Bulk herbs and its use in the national economy / I. R. Tomchuk, G. N. Tomchuk / M.: timber industry, 1973. pp. 360
2. Galavetdinov N. R., Voronin A. E., Processing of wood greens to produce mineral products/ Bulletin of Kazan Technological University, 2014. – Vol. 17. – №15. – pp. 234.
3. Safin R. R., Voronin A. E., Nazipova F. V., Ahunova L. V. Improving the efficiency of essential oils extracted by steam / Bulletin of Kazan Technological University, 2015. – Vol. 18. – №8. – pp. 185.
4. Voronin A. E., Ziyatdinova A. R. Methods for producing useful products from waste timber/ Woodworking industry, 2012. – pp 32.
5. Arslanova G. R. The extraction of biologically active substances from aspen's bark / G. R. Arslanova, R. S. Almukhametov, A. R. Shakirov // Voronezh state university, 2016 – pp. 624
6. Tyretskova V. F., Lobanova I. U., Rassipnova S. S., Talikova N. M. Aspen ordinary as a promising source of drugs against voyazvennogo-and anti-inflammatory action/ Bulletin of Siberian medicine, 2011. – Vol. 10. – №5. – pp. 290.
7. Ponomarev V. D. Extraction medicinal plant/ Moscow, «Medicine», 1976, pp 202.
8. Gavrilina M. V. Development, research and marketing of new pharmaceutical products/ Collection of scientific papers, Pyatigorsk, 2010. - № 65. – pp 838.
9. Tyretskova V. F. Extraction of raw products of plant and animal origin/ publishing house Altai State Medical University, 2007. – pp 268.
10. Repyah S. M. Chemistry and technology of processing of wood greens / S. M. Repyah, L. P. Rubachevskaya. Krasnoyarsk, 1994, pp. 320

### Authors of the publication

**Тимербаев Наиль Фарирович** - Professor of the Department of Engineering ecology and environmental management, director of Research Center "Center for Advanced Energy Technologies", Kazan State Power Engineering University (KSPEU), 420066 tel: 519-43-56, E-mail: cpekgeu@gmail.com

**Сафина Альбина Валерьевна**. - Ph.D., Associate Professor, Department of Architecture and Design Wood, Kazan State Technological University (KNRTU), 420015, tel: 8 (843) 231-41-57, E-mail: safin@kstu.ru

*Проблемы энергетики, 2017, том 19, № 5-6*

**Arslanova Gulshat Rinatovna** - Master Chair of the processing of wood materials, Kazan State Technological University (KNRTU), 420015 tel: 8 (987) 0648327, E-mail: 94arslanovagulshat@mail.ru

**Ziatdinova Dilara Farilovna** - Professor of the Department of processing wood materials, Kazan State Technological University (KNRTU), 420015, tel: 8 (927) 412-01-41, E-mail: ziatdinova2804@gmail.com.

***Поступила в редакцию***

***12 апреля 2017 г.***