

ТЕПЛОВА РЕГЕНЕРАЦІЯ ШУНГІТА ДЛЯ БАГАТОРАЗОВОГО ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ

Шейко Таміла, Матко Світлана, Мельник Зіновій
Національний університет харчових технологій, м. Київ,
вул.Володимирська, 68, 287-92-64, plqaz@ukr.net

З метою зниження собівартості виробництва плодо-овочевих соків, подальшого багаторазового використання шунгіта за рахунок відновлення його адсорбційної здатності слід проводити регенерацію мінерала. Після закінчення стадії адсорбції для виділення поглинутих компонентів здійснюється стадія десорбції, яка на практиці реалізується так: через шар адсорбента продувають гарячу водяну пару, повітря або інертні гази. Потім адсорбент, зазвичай, сушать і охолоджують обдуванням повітрям. Швидкість десорбції залежить від температури, природи і швидкості потоку десорбуючого газу, а також, від особливостей структури адсорбента.

Шунгіт – універсальний адсорбент, який поглинає велику кількість небажаних домішок у процесі виробництва соків. Серед них нітрати, солі важких металів, пектинові речовини та шкідливі мікроорганізми.

Хімічний склад шунгіта (%): Al_2O_3 – 4,05; Fe_2O_3 – 1,01; Fe_2O – 0,32; K_2O – 1,23; CaO – 0,12; SiO_2 – 36,46; MgO – 0,56; MnO – 0,12; Na_2O – 0,36; TiO_2 – 0,24; P_2O_3 – 0,03; Ba – 0,32; B – 0,004; V – 0,015; Co – 0,00014; Cu – 0,0037.

Близько 60 % мінерала займає фулереноподібний метастабільний вуглець. Особливістю структури фулеренів є розташування атомів вуглецю у вершинах правильних шести- та п'ятикутників, що покривають поверхню умовної сфери і складають замкнуті багатогранники.

Адсорбційна здатність шунгіта визначається концентрацією реакційно спроможних груп, що знаходяться на поверхні і в середині пор мінерала та наявністю фулеренових вуглецевих нанотрубок, діаметром 1...6 нм, довжиною до кількох мкм. Внутрішня поверхня цих трубок, також, володіє вільним пористим простором.

У результаті регенерації адсорбційна здатність адсорбента може відновлюватися повністю або частково, залежно від адсорбційної здатності десорбованих компонентів, обраного методу десорбції, робочих параметрів процесу. У ряді випадків виправдано неповне відновлення активності адсорбента, так як при цьому скорочуються експлуатаційні витрати.

Регенерацію відпрацьованого адсорбента проводили перегрітою водяною парою температурою 120...180 °С, яка пройшла через сепаратор та пароперегрівник.

Ефективність представленого способу регенерації перевіряли співставленням ефекта очищення соку від пектинових речовин (E) до та після регенерації шунгіта за формулою:

$$E = \frac{100 \cdot (K_1 - K_2)}{K_1},$$

де K_1 і K_2 – кількість пектинових речовин у соку до та після оброблення його адсорбентом. Отримані результати по очищенню соку столового буряку представлені в таблиці.

Таблиця

Ефект очищення соку столового буряка від пектинових речовин регенованим шунгітом

Назва адсорбента	Температура регенерації, °С	Тривалість регенерації, хв	Ефект очищення соку від пектинових речовин, %
Шунгіт	120...140	15...20	8
	145...155		14
	165...175		18
	175...180		23
	120...140	25...30	21
	145...155		26
	165...175		34
	175...180		34
	120...140	35...40	22
	145...155		28
	165...175		34
	175...180		34
Вихідний адсорбент			35

Аналіз отриманих результатів показує, що ефект очищення від пектинових речовин соку столового буряка шунгітом, регенованим протягом 15...20 хв. складає 23%. Подовження тривалості процесу регенерації до 25...30 хв. забезпечує майже повне відновлення адсорбуючої здатності шунгіта, що підтверджується величиною ефекта очищення на рівні 34 %. Підвищення тривалості регенерації не дає підвищення ефекту очищення соку. При температурах регенерації в 165...175°С та 175...180°С ефект очищення є однаковим.

Для підвищенні ефективності багаторазового використання природного мінерала шунгіта, що застовується для очищення та освітлення плодо-овочевих соків в харчовій промисловості, з метою скорочення енерговитрат доцільно проводити регенерацію шунгіта при нижчій температурі перегрітої пари, тобто при 165...175°С та тривалості 25...30 хв.

THERMAL REGENERATING SHUNGITE FOR ITS MULTIPLE USE FOR REFINING JUICES

*Sheiko Tamila, Matko Svitlana, Melnyk Zinoviy
National University of Food Technologies, Kyiv,
Volodymyrska street, 68, 287-92-64, plqaz@ukr.net*

In order to reduce production costs of tinned fruit vegetable juices and further reuse shungite due restoring its adsorption capacity one should regenerate the mineral. After the adsorption stage ends, in order to release the absorbed components desorption stage is performed, which in practice is implemented as follows: through the adsorbent layer hot steam, air or inert gases are blown out. Then the adsorbent is usually dried and cooled by air blowing. Desorption rate depends on temperature, nature and speed of desorbing gas flow, as well as on the particular structure of the adsorbent.

Shungite is a universal adsorbent that absorbs a large amount of unwanted impurities in the production of juices. Among them, there are nitrates, salts of heavy metals, pectin substances and harmful microorganisms.

Chemical composition of shungite (%): Al_2O_3 – 4.05; Fe_2O_3 – 1.01; Fe_2O – 0.32; K_2O – 1,23; CaO – 0.12; SiO_2 – 36.46; MgO – 0.56; MnO – 0.12; Na_2O – 0.36; TiO_2 – 0,24; P_2O_3 – 0.03; Ba – 0.32; B – 0,004; V – 0.015; Co – 0.00014; Cu – 0.0037.

Fullerene-like metastable carbon takes about 60% of the mineral. The feature of fullerene structure is the location of carbon atoms at the vertices of regular hexagons and pentagons, which cover the surface of the conventional sphere and compose closed polyhedra.

Shungite adsorption capacity is determined by the concentration of reaction capable groups on the surface and in the middle pores of the mineral and by the presence of fullerene carbon nanotubes with diameter of 1... 6 nm and length attaining up to several microns. The inner surface of these tubes also has free porous space.

As the result of regeneration, adsorption capacity of the adsorbent may recover completely or partially, depending on adsorption capacity of the desorbed components, chosen method of desorption and operating parameters of the process. In some cases it is justified to have incomplete recovery of the adsorbent activity, as this reduces operating costs.

Regeneration of the adsorbent has been carried out by superheated steam with temperature of 120...180°C, which passed through a separator and steam super-heater.

The effectiveness of the present regeneration method has been verified by comparing the effect of juice refinement from pectin substances (E) before and after shungite regeneration according to formula:
$$E = \frac{100 \cdot (K_1 - K_2)}{K_1},$$

whereas K_1 and K_2 are the amount of pectin substances in the juice before and after processing it with the adsorbent. The obtained results of red beet juice purification are presented in the table.

Table

The effect of red beet juice purification from pectin substances by regenerated shungite

Adsorbent name	Regeneration temperature, °C	Regeneration duration, min	Effect of juice purification from pectin substances, %
Shungite	120...140	15...20	8
	145...155		14
	165...175		18
	175...180		23
	120...140	25...30	21
	145...155		26
	165...175		34
	175...180		34
	120...140	35...40	22
	145...155		28
	165...175		34
	175...180		34
	Source adsorbent		

Analysis of the obtained results shows that the effect of red beet juice purification from pectin substances by shungite, which was regenerated for 15...20 min., constitutes 23%. Extending the duration of regeneration to 25...30 min. provides nearly full recovery of shungite adsorbing capacity, as evidenced by purification effect being at the level of 34%. Further increase in duration of regeneration does not improve the effect of the juice purification. At temperatures of regeneration being 165...175 °C and 175...180°C purification effect remains the same.

Therefore, in order to improve the efficiency of reusable natural mineral shungite for refining and brightening fruit and vegetable juices in the food-processing industry, and for the purpose of reducing energy consumption, regeneration of shungite should be performed at lower temperature of superheated steam, i.e. at 165 ... 175°C, and during 25...30 min.