

Рис. 7. Вплив електромагнітної обробки води на величину її активної кислотності і редокс-потенціал

### Висновки

1. Показана можливість підвищення якості рідких харчових продуктів, які використовуються в SPA – харчуванні, шляхом електромагнітної обробки води, що входить до їх компонентного складу.
2. Встановлено, що електромагнітна обробка води при певних параметрах магнітного поля підвищує її проникність у клітини рослинного і тваринного походження.
3. Підтверджено поліекстремальний характер впливу магнітного поля в залежності від його напруженості на властивості води.
4. Експериментально показано, що вода, оброблена при напруженості магнітного поля 55 кА/м, має найбільшу проникність у клітини рослинного та тваринного походження.

Поступила 01.2012

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Филонова, Г.Л. Напитки «ННТ» - новое поколение напитков здоровья [Текст] / Г.Л. Филонова, Л.И. Косыгина, В.Н. Стрелков // Пиво и напитки. – 2004. – №2. – С.82.
2. Пиментел Дж., Мак-Клелан О. Водородная связь [Текст] / Дж. Пиментел, О. Мак-Клелан. - М.: Мир, 1964. 462 с.
3. Зенин, С.В. Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды [Текст] / С.В. Зенин, Б.В. Тяглов. - Ж.Физ.химии.1994.Т.68.№4.С.636-641.
4. Слесарев, В.И. Отчет о выполнении НИР по теме: «Воздействие фрактально-матричных транспарантов «Айрес» на характеристики структурно-информационного свойства воды». - Санкт-Петербург. 2002.
5. Канарев, Ф.М. Тайны формирования и разрушения кластеров воды [Электронный ресурс] - <http://kubagro.ru/science/prof.php?kanarev>
6. Интернет [http://www.wellnesslife.in.ua/post\\_1296791759.html](http://www.wellnesslife.in.ua/post_1296791759.html) .BIONIC WATER [Электронный ресурс] — как это работает? Опубликовано: 04.02. 2011 року
7. Штепа, Є.П. Обробка води імпульсним магнітним полем [Текст] / Є.П. Штепа, К.А. Михайлова // Науково-практична конференція з міжнародною участю «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей.Одеса: ОНАХТ,2010.- с.106.
8. Тележенко, Л.М. Електромагнітна підготовка води для виробництва SPA-напоїв [Текст] / Л.М. Тележенко, К.А. Михайлова. - ОНАХТ. Сб. науково-практична конференція з міжнародною участю «Вода в харчовій промисловості» 24... 25.03.10.
9. Бузовера, М.Э. Экспериментальное исследование влияния импульсного магнитного поля на структуру биологической жидкости / М.Э. Бузовера, И.В. Шишпор, И.А. Ершкова с соавт. // Мат. III Всеросс. научно-практической конференции «Функциональная морфология биологических жидкостей». – Москва.- 2004.-С. 14...15.
10. Барышев М.Г. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биологические системы [Текст] / М.Г. Барышев, Н.С. Васильев, Н.Н. Куликова, С.С. Джмак - Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2008. 288 с.
11. Нурудінова (Михайлова), К.А. Спосіб активації мінеральних вод [Текст] / К.А. Нурудінова (Михайлова), Є.П. Штепа - Патент України №40206 від 25.3.2009.

УДК 628.11.23

**АКСЬОНОВА О.Ф. канд. техн. наук, доцент, МИХАЙЛЕНКО В.Г. канд. техн. наук, доцент, ЛЮБАВИНА О.О. канд. техн. наук, доцент, АНТОНОВ О.В. асистент**

Харківський державний університет харчування та торгівлі  
Харківський національний політехнічний університет

## УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ СХЕМИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВОДИ ПИТНОЇ ФАСОВАНОЇ

Проведено аналіз артезіанської води із свердловини підприємства N (глибина свердловини – 810 м), щодо можливості одночасного коригування її сольового складу лише за двома показниками – рН та концентрацією флуорид-іонів для подальшого виробництва з неї води питної фасованої. Відзначено, що інші показники не потребують коригування, оскільки відповідають вимогам діючого ДСанПіН 2.2.4-171-10. Доведено економічну та екологічну доцільність якнайменшого втручання у соловий склад природної води. Розроблено рекомендації щодо модифікації діючої на підприємстві системи водопідготовки артезіанської води.

**Ключові слова:** артезіанська вода, водопідготовка, фториди, фільтрування.

The analysis of artesian water is conducted from the mining hole of enterprise of N (depth of mining hole – 810m), in relation to possibility of simultaneous correction it salt composition only on two indexes – rN and by the concentration of fluorid-ions for a subsequent production from it of water of drinkable packaged. It is marked that other rates do not need correction, as answer the requirements of "ДСанПіН 2.2.4-171-10". Financial and ecological viability of the smallest interference is well-proven with salt composition of natural water. Recommendations are worked out in relation to modification of the operating on an enterprise system of artesian water treatment.

**Keywords:** artesian water, of artesian water treatment, florid, filtrations.

Все більше підприємств харчової галузі використовують під час виробництва харчових продуктів артезіанські води, оскільки вони не мають в своєму складі такої кількості забруднень, як поверхневі. Підземні води, особливо води Юрського та Сенноманського горизонтів, відрізняються збалансованим смаком та соловим складом, який майже не потребує коригувань. Тому більшість підприємств харчової галузі намагаються використовувати саме ці води в своїх технологічних схемах. Але крім чисто технічних проблем, таких як буріння свердловини глибиною до 800 м, та її грамотної експлуатації, виникає проблема із незначним, але необхідним коригуванням хімічного складу добутої води. Зазвичай проблемою є відчутний запах сірководню та надлишкова концентрація фторидів. За іншими показниками ці води майже завжди повністю відповідають вимогам нормативних документів.

Існує два основних способи коригування мінерального складу води за цими показниками. Реалізація

першого способу не залежить від фізико-хімічних показників, оскільки ця технологія є універсальною та може бути реалізована для будь якого підприємства. Цей спосіб включає два етапи:

- перший етап – це повне знесолення води із використанням технологій зворотного осмосу;

- другий етап – штучне створення оптимального соляного складу води шляхом додавання у майже дистильовану воду необхідних солей для створення смаку, або купаж знесоленої води природною артезіанською водою. Недоліком цього способу є, в першу чергу, руйнування природного складу води. На наш погляд, цей спосіб не підходить для глибинних артезіанських вод, оскільки їх склад говорить про те, що ми маємо справу із високоякісною водою. Воду, яка, якщо і вимагає коригування, то дуже обережного та за одним або двома показниками. Крім того, реалізація цього методу вимагає від підприємства великих витрат та повної заміни обладнання. В свою чергу встановлення нового, досить складного в експлуатації обладнання, потягне за собою потребу у постійному звертанні до фірми, яка це обладнання встановлювала. До того ж, реалізація цього способу робить недоцільним існування та витрати на експлуатацію глибинних свердловин, оскільки цей метод можна було б використовувати навіть для поверхневих вод.

Другий спосіб привести склад артезіанської води до вимог нормативних документів полягає у коригуванні соляного складу лише за тими показниками, які саме і вимагають коригування.

У випадку артезіанської води одного з харківських підприємств коригування вимагали лише такі показники, як вміст фторид-іонів та рН. Реалізація цього завдання є досить складною, оскільки вимагає індивідуального підходу до певної води, врахування її хімічних показників та розробки методики, яка дасть можливість одночасного коригування заданих параметрів та не впливатиме на інші показники води. Крім безсумнівної екологічності, цей спосіб є більш доцільним, оскільки, він дозволить заощадити кошти через відсутність необхідності повної заміни обладнання. Водопідготовка у випадку реалізації другого способу може бути здійснена за модифікованою схемою, яка розробляється на основі вже існуючої схеми водопідготовки підприємства.

Природна артезіанська вода, яка використовується на підприємстві для виробництва води питної фасованої, надходить із свердловини глибиною 811 м. Відбір води знаходиться у центральній частині м. Харкова на південно-західному схилі Середньо-Руської височини; водоносний комплекс верхньо-руських відкладень. Використання подібних природних вод для виробництва питної води рекомендовано п.3.1. ДСанПіН 2.2.4-171-10, оскільки вони надійно захищені від біологічного, хімічного та радіаційного забруднення.

За хімічним складом вода дуже прісна, м'яка, гідрокарбонатно-натрієвого типу. Сухий залишок складає 0,206-0,455 г/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість 0,2-0,8 мг-екв/дм<sup>3</sup>, вміст заліза 0,05-0,11 мг/дм<sup>3</sup>. Температура добутої зі свердловини води 23 – 25 °С. У бактеріологічному відношенні вода теж якісна – колі-індекс менше, ніж 3 одиниці. Виходячи з протоколів дослідження цієї води, яке робилося протягом 2010 – 2011 років районною СЕС, Державною випробувальною лабораторією харчової та сільськогосподарської продукції (ДП Харківстандартметрологія) та Випробувальним центром Державного підприємства «Харківський центр з проблем захисту прав

споживачів» можна зробити висновок, що вода артезіанська цього підприємства в цілому відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками. У невідповідності до нормативних документів знаходяться показники рН та концентрації фторид-іонів. Показник рН коливається у межах 8,3-8,7. Концентрація фторидів змінюється від 1,2 до 1,86 мг/дм<sup>3</sup>.

На основі проведеного аналізу і було сформульовано мету роботи - приведення водневого показника (рН) та концентрації фторидів до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10. Значимо, що головною вимогою замовника було щонайменше втручання не тільки у соляний склад води, але й у технологічну схему підприємства.

Існуючі способи водопідготовки дають можливість одночасного коригування цих показників із якнайменшим втручанням у загальний соляний склад води.

Наявність надлишку фторидів у питній воді викликає у людини розвиток змін у кістках скелета, а у дітей – хвороби крові та рахіт. Є дані, що підвищені концентрації фторидів погано впливають на функціональний стан серцево-судинної системи та загальний фізичний стан. Але вода із низьким вмістом фтору теж не сприяє зміцненню здоров'я людини.

Додаток №4 до ДСанПіН 2.2.4-171-10 регламентує вміст фтору у межах від 0,7 до 1,2 мг/дм<sup>3</sup>. Якщо концентрація фторид-іонів у воді перевищує 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, то така вода потребує дефторування. Саме такою є досліджувана вода, вміст флуоридів у якій коливається у межах від 1,2 до 1,86 мг/дм<sup>3</sup>.

Одним з найбільш поширених методів дефторування є безпосереднє додавання у високофтористу воду коагулянтів – солей алюмінію або заліза, із їхньою подальшою коагуляцією та седиментацією. Разом з тим цей метод може знайти використання також під час обробки підземних вод, якщо є необхідність одночасного коригування рН та вмісту фторидів. Розрізняють два типи осадження коагулянтами: осадження коагулянтами у вільному об'ємі (в камерах пластівцеутворення) та осадження коагулянтами в товщині зернистого завантаження або у масі завислого осаду (контактна коагуляція). В залежності від складу природної води та джерела її походження (поверхнева або підземна вода) обирається сіль-коагулянт, обладнання, технологічні режими обробки.

Оскільки вода потребувала одночасного зниження рН та концентрації фторидів, було вирішено за коагулянт використовувати алюміній сульфат десятиводний вітчизняного виробництва, що дасть змогу значно заощадити кошти.

В першу чергу необхідно було визначити оптимальну дозу коагулянта для забезпечення якості води відповідно до вимог стандартів.

Експеримент проводився наступним чином. До певного об'єму води додавався розчин коагулянта. Протягом години спостерігали процес осадження свіжоутворених пластівців алюміній гідроксиду. Відзначалися наступні параметри – час утворення пластівців та час утворення стабільного осаду. Після цього осад відфільтровували через фільтр «синя стрічка», а у воді визначали рН та залишкову концентрацію іонів фтору.

В ході експерименту з'ясувалося, що у випадку застосування невеликих доз коагулянта (до 30 мг/дм<sup>3</sup>) залишкова концентрація іонів алюмінію нижча чутливості стандартної методики визначення.

Результати обробки природної води зі свердловини

підприємства розчином алюміній сульфату  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 10H_2O$  наведені в табл. 1, 2.

Таким чином, оптимальною дозою коагулянта  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 10H_2O$  прийнято дозу в  $30 \text{ мг/дм}^3$  (у перерахунку

Таблиця 1

Результати обробки води зі свердловини підприємства шляхом додавання розчину алюміній сульфату десятиводного із концентрацією  $500 \text{ мг/дм}^3$  (у перерахунку на катіон алюмінію)

Найменування показника	Вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10	Вхідна вода	Доза $10 \text{ мг/дм}^3$	Доза $30 \text{ мг/дм}^3$	Доза $50 \text{ мг/дм}^3$
pH	6,5 – 8,5	8,3	7,4	6,8	6,5
Концентрація фторид-іонів, $\text{мг/дм}^3$	0,7 – 1,2	1,93	1,7	1,0	1,0

Таблиця 2

Результати спостережень за процесом контактної коагуляції алюміній сульфатом

Найменування показника	Доза $10 \text{ мг/дм}^3$	Доза $30 \text{ мг/дм}^3$	Доза $50 \text{ мг/дм}^3$
Час утворення пластівців	8 годин	10 – 15 хвилин	6 – 7 хвилин
Час, за який відбувається повне осадження пластівців	24 години	60 хвилин	5 годин

Отримані результати показують, що доза коагулянта  $10 \text{ мг/дм}^3$  є ефективною для зниження pH, але при цьому не відбувається необхідного дефторування води. Дані таблиці 2 свідчать про те, що це дозування не є придатним з точки зору часу утворення пластівців та часу повного їх осадження. Доза в  $50 \text{ мг/дм}^3$  дуже сильно знижує значення pH, при цьому дефторування відбувається на рівні дози в  $30 \text{ мг/дм}^3$ . Крім того, за цього дозування час повного осідання пластівців складає 5 годин. Треба відзначити, що великі пластівці за цих умов утворюються всього за 6-7 хвилин.

Доза коагулянта в  $30 \text{ мг/дм}^3$  (у перерахунку на алюміній) виявилася оптимальною, оскільки час утворення пластівців складає від 12 до 15 хвилин, їх повне осадження відбувається за 60 хвилин. За цієї дози відбувається зниження концентрації фторидів від 1,93 до  $1 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає вимогам нормативних документів. Але треба зазначити, що pH при цьому знижується до значення 6,8, в той час як природна вхідна вода має pH 8,3.

З проведеного експерименту було зроблено висновки, що є доцільним спробувати ще зменшити дозу, відпрацювавши інтервал концентрацій коагулянта у межах  $15 - 25 \text{ мг/дм}^3$  за алюмінієм. Результати, отримані під час цього експерименту, занесені в табл. 3, 4.

Результати обробки води зі свердловини підприємства шляхом додавання розчину алюміній сульфату десятиводного із концентрацією  $500 \text{ мг/дм}^3$  (у перерахунку на катіон алюмінію)

Найменування показника	Вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10	Вихідна вода	Доза $15 \text{ мг/дм}^3$	Доза $20 \text{ мг/дм}^3$	Доза $25 \text{ мг/дм}^3$
pH	6,5 – 8,5	8,3	7,3	7,1	6,8
Концентрація фторид-іонів, $\text{мг/дм}^3$	0,70 – 1,20	1,90	1,68	1,63	1,45

Результати, наведені в табл. 3, 4 свідчать про те, що дози  $15, 20$  та  $25 \text{ мг/дм}^3$  за алюмінієм не є достатніми для ефективного проведення процесу дефторування, крім того, час утворення пластівців та час їх повного випадіння в осад є високими.

на катіон алюмінію), оскільки вона дозволяє одночасно скоригувати і концентрацію фторидів, і значення pH. Під час обробки води цією дозою коагулянта відбувається досить швидке утворення пластівців та осаду. Але треба зазначити, що в залежності від сезонних коливань концентрації фторидів доза коагулянта може бути зменшена до  $20 \text{ мг/дм}^3$  у перерахунку на катіон алюмінію.

Одним з шляхів досягнення вимог країн Об'єднаної Європи щодо кондиціонування питної води за фтором є використання технологій безреагентного кондиціонування води. Останнім часом з'явилися дослідження щодо модифікації зернистого завантаження з метою квазібезреагентної підготовки води.

Процес дефторування води – це складний фізико-хімічний процес, під час якого відбувається комплексоутворення, сорбція, іонний обмін, утворення осаду, коагуляція та седиментація. Цей процес може протікати як в об'ємі утвореного осаду, так і на поверхні попередньо активованих твердих оксидів алюмінію [1]. В цій же роботі було зроблено припущення, що процес дефторування води може відбуватися також на поверхні інертного зернистого завантаження, попередньо обробленого концентрованим розчином коагулянта.

Метою нашої роботи не було вивчення та розробка процесу дефторування води шляхом пропускання крізь зернисте завантаження, модифіковане концентрованим розчином коагулянта. Але в той же час, оскільки вода після процесу коагуляції вимагає повного видалення завислих частинок, було вирішено проводити цей процес шляхом фільтрування крізь кримський гірський гранодіоритний пісок, який має здатність утворювати на своїй поверхні шар із алюміній гідроксиду. Цей шар дає додаткові можливості щодо дефторування води.

Таблиця 3

Таким чином, відбувається подвійний процес – з одного боку просвітлення, оскільки завислі частинки алюміній гідроксиду утворюють плівку на поверхні зерен завантаження; з іншого боку, ті фториди, які залишаються у воді після процесу контактної коагуляції в об'ємі, будуть додатково видалені після проходження води через фільтр із зернистим завантаженням, на поверхні зерен якого утворилася плівка, основою якої є алюміній гідроксид.

В завдання наших досліджень входив вибір технологічних режимів фільтрування води крізь зернисте завантаження. Вода, що обробляється, в той же час буде виконувати



**Таблиця 4**  
Результати спостережень за процесом контактної коагуляції алюміній сульфатом

Найменування показника	Доза 15 мг/дм <sup>3</sup>	Доза 20 мг/дм <sup>3</sup>	Доза 25 мг/дм <sup>3</sup>
Час утворення пластівців	120 хвилин	50 хвилин	30 хвилин
Час, за який відбувається повне осадження пластівців	12 годин	60 хвилин	60 хвилин

роль модифікатора по відношенню до кримського гірського гранодіоритного піску. Кримський гірський гранодіоритний пісок є перспективним фільтрувальним матеріалом. Він має високу механічну міцність, велику питому площу поверхні та високу пористість.

Дослідження процесу видалення додаткової кількості фтору із одночасним видаленням завислих частинок проводилися на лабораторній фільтрувальній установці: кризь зернисте завантаження – кримський гірський гранодіоритний пісок, що знаходився у фільтрі, пропускалася вода, яка вже пройшла процес контактної коагуляції, але в якій ще залишилися дрібні частинки алюміній гідроксиду. Параметри колонки: діаметр –  $3,4 \cdot 10^{-2}$  м (площа  $9 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>), висота завантаження –  $10^{-1}$  м.

Час контакту розчину коагулянта із завантаженням встановлювали, виходячи з типових режимів фільтрування в механічних зернистих фільтрах. Як правило, для механічного фільтрування встановлюють швидкість  $5 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$ . В залежності від характеру завислих домішок швидкість зменшують або збільшують до  $10 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$ . Оскільки в процесі фільтрування видалення завислих частинок відбувається шляхом утворення шару алюміній гідроксиду на поверхні зерен (саме цей шар буде додатковою коагулюючою структурою), не бажано проводити фільтрування з великими швидкостями, враховуючи можливість відриву свіжоутвореної плівки з зерен завантаження. Плівка, що утворюється на зерні завантаження, складається з колоїдних частинок розміром  $0,2 - 0,5$  мкм, які повинні затримуватися на поверхні зерен фільтруючого завантаження. Тому час контакту коагулюючого розчину з завантаженням у лабораторних експериментах розраховано, виходячи з швидкостей фільтрування від  $2 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$  до  $3 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$ . Перші порції води (приблизно  $0,5 \text{ дм}^3$ ) піддавали повторному фільтруванню із швидкістю  $2 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$ , що сприяло утворенню плівки, а потім зливали.

У процесі дефторування води шляхом фільтрування кризь модифіковане зернисте завантаження головну роль відіграють процеси сорбції, іонного обміну та комплексоутворення, що відбуваються на поверхні коагуляційної структури алюміній гідроксиду. Фільтрування в цьому випадку є інструментом, який дозволяє проводити видалення фторидів у динамічному режимі.

Подальші дослідження проводили при швидкості фільтрування води  $2...3 \text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год}$ . Саме в цьому інтервалі швидкостей відбувається стабільне дефторування води.

Відомо, що обробка підземної води повітрям, яка відбувається в результаті її проходження кризь ежектор, покращує її органолептичні властивості, дозволяє позбавитися розчиненого сірководню та прискорює процес видалення сполук заліза [2]. Досліджувана вода не потребує видалення сполук заліза, але, в залежності від сезонних коливань, потребує видалення сполук сірководню.

В технологічній схемі підприємства відсутній ежектор, але в лабораторії був змодельований процес обробки води повітрям. Для цього проводилося барботування води повітрям. Час обробки складав 15 хвилин. На 14 хвилині був доданий розчин коагулянта, виходячи з дозування  $30 \text{ мг}/\text{дм}^3$  у перерахунку на катіон алюмінію. Обробка води повітрям дозволила зменшити час утворення пластівців до 3 хвилин, порівняно із 10 хвилинами, коли вода не оброблялася повітрям; час повного осадження завислих частинок знизився до 20 хвилин, порівняно із годиною для води, не обробленої повітрям. Відмічено, що за умови попередньої обробки води повітрям пластівці алюміній гідроксиду утворюються більш розвинені.

Були визначені параметри рН та концентрації фторидів обробленої води. Результати наведено у таблиці 5.

**Таблиця 5**  
Результати дефторування води, попередньо обробленої повітрям

Найменування показника	Вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10	Вихідна вода	Оброблена вода
рН	6,5 – 8,5	8,5	7,4
Концентрація фторидів, мг/дм <sup>3</sup>	0,70 – 1,20	1,48	0,5

Таким чином, встановлення ежектора дозволить покращити органолептичні властивості природної води. Обробка води повітрям дозволяє значно скоротити час утворення пластівців та їх повного осадження. При цьому пластівці, що утворюються, мають більш розвинену поверхню, яка здатна видаляти більші кількості фторидів як під час контактної коагуляції у розчині, так і під час додаткової сорбції на зернистому завантаженні фільтра. Доведено, що під час дефторування необробленої повітрям води видаляється 48 % фторидів від загальної кількості, а під час дефторування води, обробленої повітрям, цей відсоток складає 66 %. За умови обробки води повітрям можна зменшити дозу коагулянта до  $20 \text{ мг}/\text{дм}^3$ .

На підприємстві існує досить проста схема підготовки води. Вхідна вода з артезіанської свердловини глибиною 800 м подається у дві паралельно встановлені емальовані ємності місткістю  $80 \text{ м}^3$ . Номінальна продуктивність свердловини складає  $6 \text{ м}^3/\text{год}$ . З накопичувальних ємностей вода насосами подається на дільницю розливу, де встановлено картриджний фільтр з рейтингом фільтрування 5 мкм та ультрафіолетову бактерицидну установку.

Для організації процесу дефторування води наявна установка має бути реконструйована відповідно до схеми, наведеної на рис. 1.

Установка працюватиме наступним чином.

Вода з глибинної свердловини насосом 1 піднімається на поверхню, і під залишковим тиском проходить кризь ежектор 2, де насичується киснем повітря. Перед ежектором (або після нього) у воду за допомогою насоса-дозатора 6 додається розчин коагулянта – сульфату алюмінію десятиводного, що готується у збірнику розчину коагулянта 5. Доза коагулянта, яка забезпечує ефективне дефторування, за даними лабораторних досліджень складає  $20 - 30 \text{ мг}/\text{дм}^3$  у перерахунку на алюміній.

Далі вода потрапляє у камеру пластівцеутворення контактного просвітлювача 4, й далі центральною трубою спускається у нижню частину контактного просвітлювача. Пос-

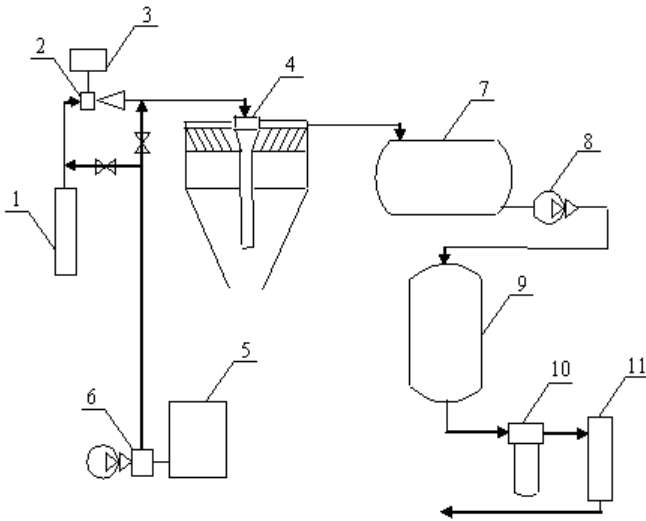


Рис. 1. Схема реконструйованої установки підготовки води підприємства: 1 – глибинний артезіанський насос; 2 – ежектор; 3 – повітряний картриджний фільтр; 4 – контактний просвітлювач; 5 – збірник розчину коагулянта; 6 – насос-дозатор коагулянта; 7 – існуючі накопичувальні ємності; 8 – існуючі насоси; 9 – напірний зернистий фільтр, завантажений гранодіоритним піском; 10 – картриджний фільтр з рейтингом фільтрування 5 мкм; 11 – ультрафіолетова знезаражуюча установка

тупово підіймаючись конусною, а потім – циліндричною частиною корпусу контактної просвітлювача, вода очищається від пластівців коагулянта, і далі самопливом спрямовується в існуючі накопичувальні ємності 7. З цих ємностей вода засмоктується насосами 8 та через зернистий фільтр 9, що завантажений кримським гірським гранодіоритним піском, потрапляє на існуючий картриджний фільтр 10, а звідти через ультрафіолетову знезаражуючу установку 11 – на лінію розливу.

Зазначена реконструкція дозволить одночасно з дефторуванням знизити рН обробленої води, і привести ці два показники у відповідність до вимог діючого ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таким чином, досліджено можливості вилучення фторид-іонів з води методом контактної коагуляції. Показано доцільність використання коагулянтю десятиводного алюмінію сульфату. Доведено, що оптимальною дозою алюмінію сульфату є доза в  $30 \text{ мг/дм}^3$  у перерахунку на катіон алюмінію. З'ясовано, що досить великі дози коагулянта не призводять до повного вилучення фторид-іонів з води. Доведена доцільність включення ежектора в технологічну схему водопідготовки на підприємстві. Запропонована технологія кондиціонування води дозволить знизити концентрацію фтору та рН води підприємства до вимог діючого ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Поступила 02.2012

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Любавіна, О.О. Використання гранодіоритного піску у технології дефторування води / О.О. Любавіна, О.Ф. Аксьонова, В.Г. Михайленко // Вісник Харківського національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут": Зб. наук. пр. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2005. – № 26. – С. 61–66.
2. Любавіна, Е.А. Удаление железа из природных вод / Е.А. Любавіна, В.Г. Михайленко, Н.С. Одарченко, Ф.И. Хоришко // Придніпровський науковий вісник. Дніпропетровськ: № 28 (39) серпень 1997р.- С. 27-29

УДК 678.027.3:664.87

ШУЛЬГА О.С., канд. техн. наук, КОВБАСА В.М., д-р техн. наук, професор, ШУЛЬГА С.І., канд. хім наук, доцент  
Національний університет харчових технологій. м. Київ

### «ПОВІТРЯНА КАРТОПЛЯ» – ЕКСТРУЗІЙНИЙ ПРОДУКТ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

В статті висвітлено питання зберігання екструзійних продуктів. Оскільки екструзійні продукти містять незначну кількість вологи (до 10 %), тому можна очікувати, що це продукти тривалого зберігання. Жир до складу сировини входить у невеликій кількості, окремо жирова складова не додається. Пакування продуктів відбувається не в асептичних умовах, тому можна очікувати збільшення кількості мікроорганізмів впродовж зберігання. Встановлено, що впродовж 6 місяців відбувається незначне збільшення кількості мікроорганізмів і показники не перевищують кількості зазначеної в нормативному документі. Встановлено, що термін зберігання екструзійних продуктів на основі сухого картопляного пюре («Повітряна картопля») становить 6 місяців.

**Ключові слова:** сухе картопляне пюре, екструзійні продукти, мікробіологічні показники, масова частка вологи.

In the article the question of storage extrusion products. Since extrusion products contain a small amount of moisture (10%), so you can expect long-term storage products. Fat of the raw material is in small numbers, separate the fatty component is added. Packaging products are not in aseptic conditions, as can be expected to increase the number of microorganisms during storage. Found that within 6 months is a slight increase in the number of microorganisms and rates do not exceed the amount specified in the regulations. Found that the shelf life of products based on extrusion of dry mashed potatoes ("air potato") is 6 months.

**Keywords:** dry mashed potatoes, extrusion products, microbiological parameters, moisture.

Важливим показником якості будь-якого продукту є його здатність зберігати показники якості на високому рівні тривалий час. Найбільш піддатливі псуванню харчові продукти, що містять жир, який при зберіганні гідролізується до речовини, котра псує смак, запах продуктів.

У виробництві екструзійних картоплепродуктів нами використовувалися сировина, що зовсім не містить жиру, або його вміст незначний (не більше 2 %, лише крупа пшоно містить 3,8 %). Крім того, в літературі наведені дослідження ряду авторів [1] щодо змін ліпідів сушених картоплепродуктів при зберіганні. Автори встановили, що протягом першого року зберігання ліпідна фракція сухого картопляного пюре змінюється несуттєво. В процесі подальшого зберігання (до чотирьох років) поступово зменшується вміст тригліцеридів (з 33,0 до 27,8 % для крупки та з 38,4 до 33,5 % для гранул). Загалом зміни, що проходять в ліпідній фракції протягом 3 – 4 років, є несуттєвими і тому не впливають на органолептичні властивості пюре. Отже, проводити контроль якості продуктів за показниками, що вказують на псування жиру (кислотне та перекисне числа), є недоцільним.

Відомо [2], що під час зберігання продуктів, які містять крохмаль, проходить процес ретроградації цього полімеру, що призводить до утворення часткової кристалічної його структури. Проте сухе картопляне пюре має аморфну структуру, а екструдат сухого картопляного пюре – частково кристалічну. Отже, нами отримані продукти з частково кристалічною будовою крохмалю, при цьому продукт має добрі органолептичні показники. Враховуючи, що масова частка