

**І. В. Зінченко**, зав. лабораторії;  
**О. В. Бабіч**, канд. техн. наук., старш. наук. співр.;  
**О. В. Саввова**, д-р техн. наук, провід. наук. співр.;  
**К. О. Цитлішвілі**, наук. співр.;  
**О. Ю. Шостенко**, наук. співр.  
(УКРНДІЕП, м. Харків)

## **ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ТЮТЮНОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

*У статті надані результати вивчення джерел утворення стічних вод тютюнових виробництв, дослідження їх якості та способів очищення від основних забруднюючих компонентів. За результатами фізико-хімічних аналізів проб стічних вод встановлено, що до основних забруднюючих речовин, показники яких перевищують допустимі для скидання в каналізацію значення, відносяться: фосфати, амонійний азот, жироподібні та завислі речовини, а також інтегральні показники ХСК і БСК<sub>5</sub>.*

*Постійне надходження таких висококонцентрованих стічних вод на міські очисні споруди негативно впливає на окислювальну здатність активного мулу, знижує якість очищення води та, як наслідок, сприяє погіршенню екологічного стану поверхневих водних об'єктів.*

*На біоконтакторах експериментальної лабораторної установки проведена очистка вищевказаних стічних вод іммобілізованим біоценозом. Встановлена можливість досягнення показників якості в очищеній воді, які відповідають нормативним вимогам щодо скидання стічних вод, як в міську каналізацію так і в поверхневий водний об'єкт.*

*Також запропоновані додаткові методи та заходи щодо очищення стічних вод, які можуть забезпечити зниження кількості забруднюючих речовин в стічних водах до нормативних величин.*

**Ключові слова:** *стічні води, тютюнове виробництво, забруднюючі речовини, фізико-хімічні аналізи*

**Зинченко И. В., Бабич, О. В., Саввова О. В., Цитлишвили Е. А., Шостенко А. Ю. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТАБАЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В статье представлены результаты изучения источников образования сточных вод табачных производств, исследования их качества и способов очистки от основных загрязняющих компонентов. По результатам физико-*

*химических анализов проб сточных вод установлено, что к основным загрязняющим веществам, показатели которых превышают допустимые для сброса в канализацию значения, относятся: фосфаты, аммонийный азот, жироподобные вещества, а также взвешенные вещества, интегральные показатели ХПК и БПК<sub>5</sub>. Постоянное поступление таких высококонцентрированных сточных вод на городские очистные сооружения негативно влияет на окислительную способность активного ила, снижает качество очистки воды и, как следствие, способствует ухудшению экологического состояния поверхностных водных объектов.*

*На биоконтакторах экспериментальной лабораторной установки проведена очистка вышеуказанных сточных вод иммобилизованным биоценозом. Установлена возможность достижения качества очистки воды до нормативных требований к сбросу сточных вод, как в городскую канализацию так и в поверхностный водный объект.*

*Также предложены дополнительные методы и мероприятия по очистке сточных вод, которые могут обеспечить снижение загрязняющих веществ в сточных водах до нормативных величин.*

***Ключевые слова:** сточные воды, табачное производство, загрязняющие вещества, физико-химические анализы*

## **Вступ**

Понад п'ять століть тому тютюн з Південної Америки вперше потрапив до Європи і з тих пір став основою для потужної тютюнової індустрії на всіх континентах планети. З незапам'ятних часів характерним атрибутом запорізьких козаків була люлька для куріння, проте в Україні перший тютюновий завод був побудований в XVIII столітті в Охтирці. З тих пір тютюнова індустрія придбала потужні розміри, як у всьому світі, так і в нашій країні. Сьогодні на території України тютюнові заводи функціонують в різних регіонах країни.

Ринок тютюнових виробів в Україні є одним з найдинамічніших і висококонкурентних та одночасно одним з найбільш регульованих, який контролюють чотири глобальних виробники: «Філіп Морріс Україна», JTI, «Імперіал Табакко Україна» і «ВАТ Україна». Їхня сумарна частка ринку становить, за даними Антимонопольного комітету України – 98% [1]. Значний внесок до місцевих бюджетів становлять податки від виробництва та реалізації тютюнових виробів.

Тютюнове виробництво – це сукупність технологічних процесів, необхідних для вироблення тютюнових виробів (здебільшого, сигарет).

Тютюнові підприємства є споживачами досить великих обсягів води. На всіх ділянках виробництва в більшій або меншій кількості використовується вода, частина якої потрапляє в каналізацію.

У виробничих цілях безповоротно вода використовується для приготування наповнювачів для тютюну (соусів, ароматизаторів), пом'якшувачів, клеїв, а також на приготування пари і водяного туману, що використовують для зволоження тютюну. Але основний обсяг стічної води утворюється під час миття обладнання від технологічних процесів: пресування, сушки тютюну, зволоження спреями, приготування кавендіша для соусування тютюну, ароматизації тощо.

Таким чином, джерелами забруднюючих речовин в стічних водах, що утворюються під час виробництва тютюнових виробів, є пил, залишки тютюну, залишки використаних сумішей ароматизаторів, підсолоджувачів, зволожувачів, клею, а також протигрибкових препаратів тощо. В стічні води надходять речовини з пилу та залишків тютюну (амонійний азот, фосфати, залізо, органічні речовини), а також вуглеводні (інвертний цукор), спирти (етанол, гліцерин, пропіленгліколь), триацетин, ефіри, альдегіди, молочна кислота. Хімічними аналізами встановлено, що, наприклад, при промиванні обладнання на технологічній ділянці, де проводиться соусування тютюну, в стічній воді визначалося інтегральні показники забруднення, значення яких за ХСК коливаються від 2500 до 940000 мг/дм<sup>3</sup>, вміст фосфатів – до 59,2 мг/дм<sup>3</sup>, амонійного азоту – до 187,2 мг / дм<sup>3</sup>, завислих речовин – понад 7000 мг/дм<sup>3</sup>; жири до 40 мг/дм<sup>3</sup>.

Якщо є свій вузол хімводопідготування, то в стічні води можуть потрапляти фосфати, що входять до складу антискалантів.

Результати фізико-хімічного аналізу стічних вод, що надходять до міської каналізації з території тютюнового виробництва, надані в табл. 1.

Так само в стічні води надходить досить значна кількість завислих речовин, що утворюються з твердих компонентів тютюну і сировини, що застосовується для добавок.

Господарсько-побутові стічні води, які також утворюються на тютюнових підприємствах, значно розбавляють концентровані виробничі стічні води, але все ж в загальнозаводському стоку, який скидається в міську каналізаційну мережу, визначено ряд показників, що перевищують нормативні значення складу та властивостей стічних вод для безпечного їх відведення та очищення на комунальних очисних спорудах [2].

Таблиця 1 – Діапазон значень показників стічних вод, що скидаються в міську каналізаційну мережу

№	Назва показнику	Значення показників, мг/дм <sup>3</sup>	Допустимі значення показників, мг/дм <sup>3</sup> [2]
1	pH, од. pH	4,95–6,80	6,5-9,0
2	Хімічне споживання кисню (ХСК)	1600–2800	500
3	Співвідношення ХСК:БСК <sub>5</sub>	-	< 2,5
4	Біохімічне споживання кисню (БСК <sub>5</sub> )	850–1750	350
5	Азот амонійний	7,80–75,90	30,0
6	Нітрити	0,03–2,40	3,3
7	Нітрати	1,40–65,10	45,0
8	Фосфати (у перерахунку на PO <sub>4</sub> )	8,40–34,20	10,0
9	Залізо загальне	0,45–3,0 (25)	2,5
10	Хлориди	75,33–186,11	350
11	Завислі речовини	230–864	300
12	СПАР	0,21–1,12	10,0
13	Жироподібні речовини	4,20–23,30	20,0
14	Нафта та НП	0,05–0,38	10,0
15	Сульфати	57,6–174,9	400

З даних табл. 1 видно, що до основних забруднюючих компонентів стічних вод, показники яких перевищують значення, що допустимі для скидання в каналізацію, відносяться: фосфати, амонійний азот, жироподібні речовини, а також завислі речовини, інтегральні показники ХСК і БСК<sub>5</sub>. Постійне надходження таких висококонцентрованих стічних вод на міські очисні споруди може негативно вплинути на окислювальну здатність активного мулу, привести до порушення роботи, аеротенків і знизити якість очищення води.

Скидання неочищених стічних вод, може бути джерелом забруднюючих речовин органічного походження і біогенних елементів (сполук азоту та фосфору), що негативно позначиться на екологічному стані водних об'єктів.

У результаті досліджень утворення та складу стічних вод на підприємствах тютюнового виробництва були розглянуті різні варіанти доведення якості стічних вод до нормативних вимог.

З табл. 1 видно, що співвідношення ХСК до БСК<sub>5</sub> відповідало нормативним вимогам щодо скидання на міські очисні споруди (ХСК < 2,5 БСК<sub>5</sub>). Величина БСК<sub>5</sub> становить в середньому 58% від ХСК, це свідчить про

потенційні можливості біохімічного окислення стічних вод на локальних очисних спорудах. Тому в лабораторних умовах був проведений експеримент з біологічного очищення зазначених стічних вод на лабораторній установці. Установка є реактором біодискового типу з іммобілізованою біоплівкою, що складалася з активного мулу міських споруд, а також мікроорганізмів, які містилися в стічній воді, що очищувалась.

Очищення стічної води від завислих речовин відбувалася поперед біологічної очистки в первинному відстійнику. Біологічний блок очищення є реактором із зануреними в рідину на 30-50% дисками з іммобілізованою біомасою (біоконтакторами), які оберталися навкруги вісі. В умовах високих концентрацій сполук азоту в стічній воді, біореактор обладнувався додатковою секцією з зануреними біоконтакторами з фільтруючих матів.

Окиснення органічних сполук здійснювалося за рахунок кисню повітря і кисню, розчиненого у воді. Очищення стічної води відбувалося вздовж біореактора за допомогою біоплівки, закріпленої на біоконтакторах. Концентрація мікроорганізмів в біореакторі досягала 16 г/дм<sup>3</sup> (у тому числі, вільно плаваючий активний мул).

За рахунок вмісту в біореакторі високих концентрацій активного мулу період очищення стічної рідини складав - 1,5-3,0 години.

Таблиця 2 – Показники якості води до очищення і після очищення в біодисковому лабораторному реакторі

Показники	До очищення	Після очищення	Ефект очищення, %
pH	4,1– 6,5	8,2 – 8,4	-
ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	600-1300	75 - 21	88 - 94
БСК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	420 – 650	15 - 10	96 - 98
N–NH <sub>4</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	25,0 - 68,0	0,56 - 0,17	97 - 98
N–NO <sub>2</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	0,03 - 0,09	<0,03	до 100
N–NO <sub>3</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	3,5 - 12,8	<0,5	до 100
P- PO <sub>4</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	48,6	20,76	до 43

В біодисковому реакторі відбувалися процеси, які пов'язані з послідовним окисненням органічних сполук, окислювально-відновлювальними реакціями трансформування азоту (з отриманням окиснених і відновлених сполук азоту), а також аноксидним окисненням амонію, внаслідок чого утворювався молекулярний азот. Ефективність очищення від органічних сполук досягала 94 % за ХСК, 98 % за БСК<sub>5</sub>;

видалення амонійного азоту досягало 98 %, нітритів і нітратів - наближалось до 100 %; видалення фосфатів – до 43 %.

Навантаження за БСК<sub>5</sub> (у середньому) складало - 25 г/доб.; видалення органічних речовин (за БСК<sub>5</sub>) – (20,5 – 31,8) г/доб. Таким чином, очищення стічних вод даної категорії біологічним методом є ефективним и дозволяє досягти якості очищеної води, яка відповідає нормативним вимогам навіть для поверхневих водних об'єктів [3]. Але цей метод потребує певних витрат щодо будівництва та утримання споруд очищення і тому вибір методу очищення стічних вод даної категорії повинен враховувати його економічну доцільність.

Тому нами досліджені та запропоновані інші методи та заходи, які можуть забезпечити зниження забруднюючих речовин в стічних водах, що потрапляють в міську каналізаційну мережу. До них відноситься наступне:

1) Здійснення збору концентрованих виробничих стічних вод з певних технологічних ділянок в проміжні ємності, з подальшою їх дозованою подачею в загальний стік. Це дозволить уникнути залпових скидів високих концентрацій забруднюючих речовин.

2) Проведення обробки акумульованих стічних вод фізико-хімічним методом. Для цього акумульовані в проміжних ємностях стічні води, перед скиданням їх у виробничу каналізацію, можна обробляти методом коагуляції (наприклад, залізомістким реагентом) з подальшою флоатацією. При цьому зі стічних вод видаляються фосфати, завислі речовини та знижується вміст органічних домішок у воді.

Для видалення з розчину скоагульованих фосфатів, до оброблюваної води додають флокулянт на основі поліакриламідру. В результаті утворюється желеподібний осад з флокулами, який виводять з ємності і після зневоднення видаляють (наприклад, на барабанних вакуумних фільтрах).

3) З метою зменшення концентрації фосфатів у стічній воді доцільно замінити антискалант, що містить фосфор, застосовуваний для обробки фільтрів на стадії водопідготовки, на реагент, який не містить фосфати.

4) Попередити високу ступінь забруднення промивних вод можливо, застосувавши попередню вакуумну обробку ємностей. У технологічних процесах, пов'язаних з обробкою тютюну, на стінках ємностей залишається велика кількість осаду, який потрапляє в стічні води, викликаючи їх значне забруднення. При цьому можливо розглянути повернення залишків концентратів для їх вторинного використання.

5) Для зниження забруднюючих речовин органічного походження, в тому числі жироподібних сполук, а так само СПАР і амонійного азоту можливе застосування біологічних препаратів на основі комплексу

спеціально підібраних мікроорганізмів. Застосування біопрепаратів не припускав утворення значних обсягів осаду.

б) Високий вміст амонійного азоту відзначено в виробничих стічних водах але, особливо, в господарсько-побутових. Видаливши / знизивши вміст амонію в господарсько побутовому стоці, можна домогтися нормативного значення його змісту в загальному стоці. Для цього можна рекомендувати, наприклад, метод зворотного осмосу, здійснюваного за допомогою установок видалення амонію. Установки представляють автоматичні системи сорбційної та іонообмінної водопідготовки на основі природного цеоліту - кліноптілоліта (видобувається з Сокрiянського родовища, що знаходиться в Україні), що володіє здатністю до іонного обміну і високим ступенем селективності до іона амонію.

### **Висновки**

Вивчення процесу утворення і складу стічних вод на тютюнових виробництвах показало нерівномірність їх освіти і високу концентрацію забруднень, що утворюються переважно при промиванні обладнання на певних технологічних ділянках.

Стічні води по ряду показників (фосфати, амонійний азот, жироподібні речовини, а також завислі речовини, інтегральні показники ХСК і БСК<sub>5</sub>) не відповідають нормативним значенням для їх скидання в каналізаційну мережу, що може негативно вплинути на роботу станцій біологічної очистки та, як наслідок, сприяти забрудненню поверхневих водних об'єктів. Тому при проектуванні нових або реконструкції існуючих тютюнових виробництв необхідно передбачати локальну очистку стічних вод.

Вибір методу очищення залежить від технології виробництва, техніко-економічних показників конкретного підприємства і від приймача стічних вод (міська каналізаційна мережа або безпосередньо водний об'єкт).

### **Література**

1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.visnuk.com.ua/ru/publication/19-tyutyunova-galuz->
2. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення /Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316

3. Санпін 4630-88 санітарні правила і норми охорони поверхневих водних б'єктів від забруднення

UDC 504.054: 628.353.2

V. I. Zinchenko, researcher

O. V. Babich, PhD. tech. science, researcher

O. V. Savvova, Dr of engineering. sciences, researcher

K. O. Tsytlshvili, researcher

O. U. Shostenco, researcher

*USRIEP, Kharkiv*

#### CLEANING OF WASTE WATER TOBACCO PRODUCTION

The article presents the results of studying the sources of wastewater generation in tobacco production, research of their quality and methods of cleaning from the main polluting components. Based on the analysis of technical and regulatory literature and the data of physic-chemical methods for examining wastewater samples, it has been established that the sources of pollutants in wastewater generated in the production of tobacco products are dust and tobacco residues, residues of used blends of flavors, sweeteners, moisturizers, glue, as well as antifungal drugs. According to the physic-chemical analysis of sewage entering the city sewage from the territory of tobacco production, it has been established that the main pollutant components of sewage which exceed the values allowed for sewage disposal, include: phosphates, ammonium nitrogen, fats, as well as weighted substances, integral indicators of COD and BOD<sub>5</sub>. The constant supply of such highly concentrated wastewater to municipal wastewater treatment plants may adversely affect the oxidative capacity of activated sludge, disrupt aerotank operation and reduce the quality of water treatment. As a result the discharge of poorly treated wastewater into a surface water body can be a source of pollutants of organic and biogenic elements (nitrogen and phosphorus compounds), which negatively affects the quality of water and the ecological condition of water bodies.

On the basis of monitoring the formation and quality of wastewater at a tobacco production plant in the laboratory an experiment was conducted on the biological treatment of the above-mentioned wastewater. In the course of the experiment it was established that the quality of water treatment can be achieved before the normative trenches for discharging sewage into the urban sewage system or into a surface water body.

But this method requires certain costs for construction and maintenance of treatment facilities and therefore the choice of a wastewater treatment method in this category should take into account its economic feasibility. Therefore the



authors investigated and proposed additional methods and measures that can ensure the reduction of pollutants in wastewater entering the city sewerage system.

**Key words:** wastewater, tobacco production, pollutants, physical and chemical analyzes

### References

- 1.[Elektronniy resurs] - Rezhim dostupu:<http://www.visnuk.com.ua/ru/publication/19-tyutyunova-galuz->
2. *Pravyla pry`jmannya stichnyx vod do system centralizovanogo vodovidvedennya ta Poryadku vyznachennya rozmiru platy, shho spravlyayet`sya za ponadnormatyvni skydy stichnyx vod do system centralizovanogo vodovidvedennya /Nakaz Ministerstva regional`nogo rozvytku, budivny`cztva ta zhy`tlovo-komunal`nogo gospodarstva Ukrainy vid 01.12.2017 # 316*
3. *SanPiN 4630-88 Sanitarni pravyl`la i normy oxorony poverxnevux vodnyx ob'yektiv vid zabrudnennya*

© Зінченко І. В., Бабіч О. В., Саввова О. В., Цитлішвілі К. О., Шостенко О. Ю., 2018,

Phone: + 38057-702-16-07, e-mail: [iz5454@mail.ru](mailto:iz5454@mail.ru), [lenysjababich@ukr.net](mailto:lenysjababich@ukr.net)