

Aromatik karbohidrogenlərlə çirklənmiş suların bioloji təmizlənməsi prosesinin tədqiqi

D.B. Şirinova, t.e.n.,
A.S. Bayramova, t.ü.f.d.,
Ü.E. Allahverdiyeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: makrofiltr, qamış, tullantı suları, bioloji təmizləmə, aromatik karbohidrogenlər, çirklənmiş sular, eyxorniya, aerasiya prosesi.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-03-54-58

e-mail: allahverdiyevaulviyye97@gmail.com

Исследование процесса биологической очистки вод, загрязненных ароматическими углеводородами

Д.Б. Ширинава, к.т.н., А.С. Байрамова, д.ф.т.н., У.Э. Аллахвердиева
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: макрофильтры, тростник, сточные воды, биологическая очистка, ароматические углеводороды, загрязненные воды, эйхорния, процесс аэрации.

Известно, что при очистке загрязненных в ходе производственного процесса вод используется множество различных методов (биологический, химический, физико-химический, флотация, коагуляция и др.). Из физико-химических методов очистки сточных вод широко используются коагуляция и флотация. При очистке сточных вод с использованием в качестве коагулянта гидроксидов металлов можно очистить их и от полициклических ароматических углеводородов. В результате исследований было выявлено, что эти методы не рациональны. При выборе метода учитывается не только его рациональность, но и дешевизна. Наиболее экологически и экономически выгодным, с нашей точки зрения, является биологический метод очистки, осуществляемый при помощи бактерий.

Результаты проведенных исследований показали, что тростник обыкновенный и эйхорния, в зависимости от времени очистки, дают наибольшую эффективность. Эффективность очистки камышом обыкновенным в течение 5 дней составляет 95,6 %, а эйхорнией – 97 %.

Study of biological cleaning of water contaminated with aromatic hydrocarbons

D.B. Shirinova, Cand. in Tech. Sc., A.S. Bayramova, PhD in Tech. Sc., U.E. Allahverdiyeva
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: microfilters, cane, waste water, biological cleaning, aromatic hydrocarbons, water contamination, water hyacinth, aeration process.

It is known that while cleaning water contaminated in production process, various methods (biological, chemical, physical-chemical, flotation, coagulation etc.) are applied. Coagulation and flotation from physical-chemical methods are widely used. Using hydroxides of metals as coagulant in water cleaning enables cleaning from polycyclic aromatic hydrocarbons as well. As a result of studies it was defined that these methods are not rational. In selection process of the method not only its rationality but also low cost is considered. In our opinion, biological cleaning method carried out with bacteria is more cost effective from environmental and economic point of view.

The results of researches conducted justified that depending on cleaning time simple cane and water hyacinth show higher efficiency. The efficiency of cleaning with simple cane in five days comprises 95.6 % while with water hyacinth it is 97 %.

Müasir dövrdə su hövzələrinin çirək sularla çirklənməsi kifayət qədər kəskin ekoloji problemə çevrilib. Yeni yüksək texnologiyalı təmizləyici qurğuların isə əksər hallarda həm iqtisadi, həm də texnoloji baxımdan əlçatmaz olması çirək suların tam təmizlənməsində çətinliklər yaradır [1].

Hazırda müxtəlif sənaye sahələrində, yüksək dərəcədə çirkləndirici maddələrlə zəngin olan çirək sular əmələ gəlmişdir. Bunlara, neft emalı zavodunu, neft-kimya və metallurgiya sənayesini, eləcə də digər sənaye müəssisələrini misal göstərə bilərik. Bu müəssisələrdə aparılan çoxlu sayda texnoloji proseslər zamanı ətraf mühit üçün təhlükəli olan çirək sular əmələ gəlir. Texnoloji proseslərdə bu sulardan müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunur.

Müəyyən maddələrlə çirklənmiş suları təmizləmək üçün bioloji, kimyəvi, fiziki-kimyəvi, flotasiya, koagulyasiya və s. kimi müxtəlif təmizləmə üsullarından istifadə edilir. Fiziki-kimyəvi təmizləmə üsullarından koagulyasiya və flotasiya üsulları sənaye çirək sularının təmizlənməsində geniş tətbiq olunur. Koagulyant kimi metal hidrokksidlərdən istifadə edib çirək suları təmizləyərkən politsiklik aromatik karbohidrogenləri də təmizləmək mümkündür. Lakin müəyyən olunmuşdur ki, suyun bu üsullarla təmizlənməsi yüksək səmərə vermür. İstənilən təmizləmə üsulunu seçərkən səmərə ilə yanaşı, üsulun ucuz başa gəlməsi əsas götürülür. Bu baxımdan bioloji təmizləmə üsulu həm ekoloji, həm də iqtisadi cəhətdən ən səmərəli hesab oluna bilər. Bioloji təmizləmə bioloji oksidləşməyə əsaslanan, sənaye axıntıların təmizləmək üçün geniş tətbiq olunan üsuldur və suyu çoxlu üzvi qarışıqlardan təmizləyir. Bu üsulda suyun üzvi qarışıqlardan təmizlənməsi prosesi mahiyyət etibarilə təbii prosesdir. Bioloji oksidləşmə mikroorqanizmlər tərəfindən həyata keçirilir. Biokimyəvi təmizləmə tullantı sularının həm su anbarına axıdılmasından əvvəl, həm də dövriyyədə olan su təchizatı sistemlərində təkrar istifadə edilməzdən əvvəl təmizlənməsində istifadə olunan əsas üsullardan biridir. Mikroorqanizmlər təbiətdə analoqu olmayan, süni sintez edilənlər istisna olmaqla, bütün üzvi maddələri oksidləşdirə bilər. Müəyyən bir maddənin mikroorqanizmlər tərəfindən oksidləşməsinin intensivliyi və ardıcılığı bir çox amillərdən asılıdır. Lakin maddənin kimyəvi quruluşu bu proseslərə həlledici təsir göstərir. Karbonun ən az əlçatan mənbələri oksigen atomları olmayan maddələr – karbohidrogenlərdir. Bununla belə, tullantı sularında asanlıqla parçalana bilən digər qida mənbələri olmadıqda, karbohidrogenlər də aktiv

lil mikroorqanizmləri tərəfindən parçalanır.

Çirək suların təmizlənməsinin ənənəvi üsullarının əksər hallarda səmərəsizliyi, baha başa gəlmələri və enerji intensivliyinin yüksək olması müshahidə olunur. Bu vəziyyətdə yalnız bir çıxış yolu var – çirək suların birbaşa mənsəyində təmizlənməsi. Aparılan araşdırmalardan da məlumdur ki, çirək suların təbii şəraitdə, bitkilərlə təmizlənməsi daha səmərəlidir. Təbii şəraitdə çirək suların bioloji təmizlənməsi üçün bioloji gölməçələr, suvarma sahələri və ya filtrasiya sahələrlə yanaşı bir çox bitkilərdən də istifadə olunur. Çirkləndiriciləri məhv etmək üçün kanalizasiya sularından fosfat, fenol, azot, səthi aktiv maddə, xlorid, sulfat və neft məhsulları toplaya bilən makrofillərdən istifadə olunması daha məqsədəuyğundur. Bu bitkilər olduqca iddiasızdır.

Bitkilərin və yosunların köməyiylə çirkləndiricilər zərərsizləşdirilə bilər, həmçinin deqradasiya, ekstraksiya (toplanma, yığılma), izolyasiya və ya hərəkətsizləşdirmə nəticəsində müxtəlif üsullarla çıxarıla bilər [2]. Suyun özünütəmizlənməsinin təbii proseslərinin ən mühüm iştirakçılarından biri su bitkiləri, o cümlədən makrofitlərdir. Onlar tullantı sularının fitoremediasiyası vəzifəsini yerinə yetirir.

Həyat tərzindən asılı olaraq, makrofitlər sistemik mövqeyindən asılı olmayaraq bir neçə ekoloji qrupa bölünür. Birinci qrupa, həcminin 70 %-i hava boşluqları və böyük hüceyrələrarası boşluq olan su altında qalmış hidrofitlər (gölməçələr) daxildir ki, bu da onların suda yüksəlmiş vəziyyətdə olmasına imkan verir, kök sistemi isə lövbər funksiyasını yerinə yetirir. İkinci qrupa, nümayəndələri suyun səthindən yuxarıya yaşıllıq tumurcuqlar atan və böyümək mövsümünün çox hissəsində iki mühtdə – su və havada mövcud olan yarıdalma makrofitləri (su sünbülü, qamışlar və s.), üçüncü ekoloji qrupa səthdə sərbəst üzən və kökləri ilə torpağa yapışan bitkilər (ördək otu) daxildir [3].

Daha yüksək su bitki örtüyünün təsirinin effektivliyi sahə vahidinə tumurcuqların əkilməsi sıxlığı, bitkilərdə su köklərinin olması və bitkilərin ümumi səthinin növü ilə müəyyən edilir.

Fotosintez zamanı sahilyanı su bitkiləri anbarın oksigen rejimini tənzimləyir və bitkilərin səthində yaşayan bakteriya və yosunlar (perifiton) suyun təmizlənməsində iştirak edir ki, bu da onun səffaflığını artırır və tərkibini azaldır [4].

Çirək suların tərkibində olan neft, neft məhsullarının və digər qarışıqların bioloji təmizlənməsində təbii aerasiya prosesi ilə yanaşı su höv-

zәlәrindәki su bitkilәrindән istifadә etmәk hәm ekoloji, hәm dә iqtisadi baxımdan sәmәrәli olar. Su hөvzәlәrindәki su bitkilәrindән (gөл qamışı, enliyarpaqlı pişik quyruğu, adi qamış, kiçik və üç-bucaqlı ördәk otu, eyxorniya, su qıjısı, su sümbülü və s.) istifadə etmәklә çirklәnmis suların tәlәb olunan keyfiyyәt göstәricilәrinә qәdәr tәmizlәнәkә mümkünür. Su hөvzәlәrindәki su bitkilәri aşığdaki әsas funksiyaları yerinә yetirir: filtrlәмә (asılı maddәlәrin çökdürmә qabiliyyәtinә malikdir); absorbsiya (biogen elementlәrin və bәzi üzvi maddәlәrin udulması); saxlama-toplama (parçalanması çәtin olan bәzi metalları və üzvi maddәlәri toplama qabiliyyәti); oksidlәşdirici (fotosintez prosesindә su oksigenlәşir); detoksifikasiya (bitkilәr zәhәrli maddәlәр toplaya və onları toksik olmayanlara çevirә bilir).

Amerikada qamış və qamış plantasiyalarında mәdән sularının tәmizlәнәmәsi sistemlәrindән gеniş istifadə olunur. Niderland, Yaponiya və Çindә mәişәt tullantı sularının, Norveç, Avstraliya və digәr ölkәlәrdә çirklәnmis sәth sularının tәmizlәнәmәsi üçün qamış bitkisindән istifadə edilmişdir [5]. Qamışın yüksәkqatlıqlı çirklәndiricilәrin tәsirinә qarşı müqavimәti olması İngiltәрәdә donuzçuluq komplekslәrinin çirkab sularının tәmizlәнәmәsindә kifayәt qәdәr uğurlu nәticә vermişdi. Tәmizlәмә prosesindән sonrakı nәticәlәр müsbәt olmuşdur: Ammonium azotunun qatlığı (mq/l) 30–50-dән 4–5-ә, OBT₃-in 150-dән 20–30-a, OKT 300-dән 25–30-a qәdәr azalmış, hәll edilmiş oksigenin qatlığı 0.5-dән 2–5 artmışdır (mq·O₂/l).

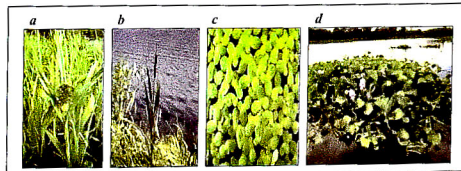
1985-ci ildән 4700 nәfәр әhalisi olan Benton şәhәrindә (ABS) mәişәt tullantı suları qamışlıqlar və digәr su bitkilәri olan gölmәçәlәrdә tәmizlәнir. Belә bir tәmizlәмә sisteminin dәyәrinin suyun azot birlәşmәlәrindән, fosfordan və üzvi maddәlәrdән tәmizlәнәmәyә çәkilән xәrcләrin әnәnәvi üsullarla tәmizlәнәmәyә çәkilән xәrcләrdән 10 dәfә az olduğı tәxmin edilir. İrlandiyanın Uilyamston şәhәrindә mәişәt sularının (72 %) və yerüstü suların (28 %) üç dayaz gölmәçәdә, onlardan ikisinә qamış və pişikquyruğu әkilir, üçüncüsündә isә üzән su bitkilәri (zanbaq və s.) olan biogölmәçәnin birgә tәmizlәнәmәsi sistemi uğurla istifadə olunur. Su bitkilәri sudan biogen elementlәri (azot, fosfor, kalium, kalsium, maqnezium, manqan, kükürd), ağır metallar (kadmiyum, mis, qurğuşun, sink), fenol və sulfatları çıxarmaqla (tәmizlәнәkәlә) yanaşı, suyun neft mәhsulları, sintetik sәthi aktiv maddәlәrlә çirklәнәmәsinin dә qarşısını alır. Qamış tullantı sularından ksilol, pirokatehinlәр, piridin, rezorsin, hәmçinin neft və neft mәhsulla-

rı kimi digәr üzvi birlәşmәlәri dә yaxşı tәmizlәyir [6].

ABŞ-da su sümbülündән istifadə edәrәk mәişәt çirkab sularının tәmizlәнәmәsi prosesinin sәnaye və eksperimental tәdqiqatlarının nәticәlәrinә görә, OBT₃-ә görә tәmizlәнәmә dәрәcәsi 97–98 %-ә çatır. Çindә su sümbülündән örtük fabrikinin tullantı sularını gümüşdәn tәmizlәнәkә üçün istifadə olunur. Müәyyән edilmişdir ki, suyun gümüşdән, asılı bәrk maddәlәrdән, fosfor və azot birlәşmәlәrindән tәmizlәнәmәsinin sәmәrәliyi müvafiq olaraq 100, 91, 53.9 və 92.9 %, OBT və OKT isә 98.6 və 91 % azalmışdır. Tәklif olunan üsul sorbsiya tәmizlәнәmәsinin istifadəsindән imtina etmәyә imkan verir.

Tәcrübә hissә

Qeyd olunmuşdur ki, sututardakı bitkilәrin növ tәrkibi nә qәdәr geniş olarsa, çirkab sularının tәmizlәнәmәsi bir o qәdәr sәmәrәli olar. Yüksәk su bitkilәrinin dominant növlәri bunlardır: göl qamışı, enliyarpaqlı pişikquyruğu, adi qamış, kiçik və üçbucaqlı ördәk otu, eyxorniya. Tәdqiqatlardan mәlumdur ki, su hөvzәlәrindә müxtәlif yarımbatmış və ya “suda-quruda yaşayan” bitkilәrin, xüsusilә qamış və su sümbülünün birgә mövcudluğu daha sәmәrәlidir. Aparılan tәdqiqatlar nәticәsindә çirkab suların tәrkibindәki neft, neft mәhsulları-aromatik karbohidrogenlәrin su bitkilәri ilә tәmizlәнәmәsinә baxılmışdır (şәkil). Tәcrübә üçün hәm yaş, hәm dә quru adi göl qamışı və eyxorniya bitkilәrindән istifadə olunmuşdur. Bunun üçün laboratoriya şәraitindә çirklәnmis su ilkin olaraq mexaniki çökdürülmüş, sonra eyxorniya bitkisi vasitәsilә tәmizlәмә prosesi sınaqdan keçirilmişdir. Tәcrübәlәр hәm yaş, hәm dә quru kütlә ilә aparılmışdır. Tәcrübәlәр zamanı bitki kütlәsinin çәkisi, tәmizlәнәkәk suyun hәcmi, tәmizlәмә effektivliyi, tәmizlәмә müddәti arasındakı asılılıqlar müәyyәнләşdirilmişdir.



Çirkab suların tәmizlәнәmәsindә dominant su bitkilәri: a – adi qamış; b – pişikquyruğu; c – üçbucaqlı ördәk otu; d – eyxorniya

Sәdvәl 1-dә göl qamışı və sәdvәl 2-dә eyxorniya bitkisi ilә tәmizlәмә prosesinin nәticәlәri ve-

Çirkab suların hәcmi	Çirkab suların tәrkibindәki aromatik karbohidrogenlәр	Prosesin getmә müddәti, gün	Çirkab suların tәrkibindәki karbohidrogenlәrin miqdarı, ml	Biomassanın (göl qamışı) kütlәsi, q (quru və yaş)		Tәmizlәмә effektivliyi, % (quru və yaş)	
20	Benzol	1	3	10	10	55	49.1
20	Fenol	1	3	10	10	60	53
20	Benzol+fenol	1	3+3	10	10	63	52.9
20	Benzol	3	3	20	20	66.9	61
20	Fenol	3	3	20	20	75	63.8
20	Benzol+fenol	3	3+3	20	20	83.7	73
20	Benzol	5	3	30	30	86	81.5
20	Fenol	5	3	30	30	92.4	83.7
20	Benzol+fenol	5	3+3	30	30	95.9	87.6

Сәdvәl 2

Çirkab suların hәcmi	Çirkab suların tәrkibindәki aromatik karbohidrogenlәр	Prosesin getmә müddәti, gün	Çirkab suların tәrkibindәki karbohidrogenlәrin miqdarı, ml	Biomassanın (eyxorniya) kütlәsi, q (quru və yaş)		Tәmizlәмә effektivliyi, % (quru və yaş)	
20	Benzol	1	3	10	10	59	53
20	Fenol	1	3	10	10	65	60.2
20	Benzol+fenol	1	3+3	10	10	69.8	66
20	Benzol	3	3	20	20	73	69.8
20	Fenol	3	3	20	20	79	72.7
20	Benzol+fenol	3	3+3	20	20	85	76
20	Benzol	5	3	30	30	90.6	85
20	Fenol	5	3	30	30	95	89.1
20	Benzol+fenol	5	3+3	30	30	97	94.4

rilmişdir.

Hazırlanmış çirkab sular götürülmüş kütlәlәrlә mütәmadi olaraq qarışdırılmış (aerasiya prosesini tәmin etmәk üçün), prosesin bitmә müddәtindә suyun tәrkibindә qalan karbohidrogenin miqdarı xromatoqrafik analizllә müәyyәнләşdirilmişdir. Сәdvәllәrdә tәqdim olunmuş mәlumatlardan görünür ki, yaş kütlә ilә tәmizlәмә zamanı prosesin getmә müddәtini artırımla daha effektiv tәmizlәмәyә nail olmaq mümkündür Tәcrübә әsasında müәyyән olmuşdur ki, quru eyxorniya bitkisi ilә tәmizlәмә müddәtini artırımda yüksәk tәmizlәмә effektivliyi (97 %) әldә etmәk olur.

Nәticә

Aromatik karbohidrogenlәrlә çirklәnmis suların tәmizlәнәmәsindә bir çox üsullardan istifadə olunur ki, bunlardan bioloji oksidlәşmәyә әsaslanan, bakteriyalar vasitәsilә hәyata keçirilән bioloji tәmizlәмә prosesini xüsusi qeyd etmәk olar. Tәmizlәмә prosesindә göl qamışı və eyxorniyadan istifadə edilir. Bunlar vasitәsilә tәmizlәмә müddәtindән asılı olaraq müәyyән tәmizlәмә effektivliyi әldә edilir. Göl qamışının quru kütlәsi ilә 5 gün әrzindә tәmizlәмә effektivliyi 95.9 %, eyxorniya ilә 5 gün әrzindә eyni mühitdә tәmizlәмә effektivliyi 97 % olmuşdur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Борзенков А.А. Применение биологических прудов для доочистки сточных вод в Курской области / А.А. Борзенков, М.В. Кумани, Д.И. Лукьянчиков // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, 2010, №1 (13).
2. Чачина С.Б. Использование высших водных растений: эйхорнии, ряски малой и валлиснерии спиралевидной для доочистки сточных вод ОАО "Газпромнефть - ОНПЗ" // Вестник ОГТУ, 2011, № 1 (104), с. 36-41.
3. Зайнутдинова Э.М. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений / Э.М. Зайнутдинова, Г.Г. Ягафарова // Башкирский химический журнал, 2013, т. 20, № 3.
4. Прикладная экибиотехнология: учебное пособие: в 2 т, т. 2 / А.Е. Кузнецов [и др.], 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
5. Чачина С.Б. Использование высших водных растений для доочистки канализационных сточных вод ОАО Омскводоканал / С.Б. Чачина, А.Н. Гостева // Омский научный вестник, раздел "Экология", 2012, № 2 (114), с. 203-207.
6. Томас Вайссер, Карякин М.А. От очистки сточной воды аэробным способом до получения из нее энергии // Пищевая промышленность, 2006, № 4.

References

1. Borzenkov A.A. Primenenie biologicheskikh prudov dlya doochistki stochnykh vod v Kurskoy oblasti / A.A. Borzenkov, M.V. Kumani, D.I. Luk'yanchikov // Uchyonye zapiski. Elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta, 2010, No 1 (13).
2. Chachina S.B. Ispol'zovanie vysshikh vodnykh rasteniy: eykhornii, ryaski maloy i vallisnerii spiralevidnoy dlya doochistki stochnykh vod ОАО "Gazpromneft" – ONPZ" // Vestnik OGTU, 2011, No 1 (104), s. 36-41.
3. Zaynutdinova E.M. Ochistka stochnykh vod ot ionov tyazhyolykh metallov s ispol'zovaniem vodnykh rasteniy / E.M. Zaynutdinova, G.G. Yagafarova // Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal, 2013, t. 20, No 3.
4. Prikladnaya ekobiotehnologiya: uchebnoe posobie: v 2 t., t. 2 / A.E. Kuznetsov [i dr.], 3-e izd. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2015.
5. Chachina S.B. Ispol'zovanie vysshikh vodnykh rasteniy dlya doochistki kanalizatsionnykh stochnykh vod ОАО Омскводоканал / S.B. Chachina, A.N. Gosteva // Omskiy nauchnyy vestnik, razdel "Ekologiya", 2012, No 2 (114), s. 203-207.
6. Tomas Vaisser, Karyakin M.A. Ot ochistki stochnoy vody aerobnym sposobom do polucheniya iz neyo energii // Pishchevaya promyshlennost', 2006, No 4.