

## OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW Z FABRYKI PŁYT PILŚNIOWYCH W ŚRODOWISKU GLEB LEŚNYCH

*Józef Boćko, Jerzy Krężel*

### CHARAKTERYSTYKA ŚCIEKÓW

Przemysł produkcji płyt pilśniowych bazuje na drewnie odpadowym, pozyskiwanym z czyszczeń młodników i zrznów tartacznych. W Polsce podstawowym surowcem jest drewno sosnowe — około 90<sup>0</sup>%. Materiał pocięty na zrębki o długości około 2 cm jest poddawany rozwłóknianiu w defibratorze w temperaturze 170-190°C, pod ciśnieniem pary wodnej 8-12 kG/cm<sup>2</sup>. Następnie wytworzona masa włóknista jest poddawana zagęszczaniu i przed skierowaniem do maszyny formującej płyty jest z dawana roztworem emulsji, składającej się z siarczanu glinu 12-20 kg, gaczu barisowego [3] — 10 kg, kalafonii 1,5-4,5 kg i sody kaustycznej 0,5-2 kg na tonę produkowanych płyt. Większość tych związków wchodzi w skład płyt, a tylko nieznaczna ilość dostaje się do wód zużytych [5]. Ilość ścieków przy otwartym obiegu wody waha się w granicach 40-70 m<sup>3</sup> na tonę płyt. O składzie chemicznym ścieków z fabryki płyt pilśniowych decyduje podstawowy surowiec, jakim jest przerabiane drewno. Głównym komponentem ścieków z tych zakładów są związki organiczne w postaci drobnych zawiesin i związków rozpuszczonych, pochodzących z drewna. Ścieki te charakteryzują się wysokim BZT (biochemiczne zapotrzebowanie tlenu) i niską zawartością składników biogennych (tab. 1).

Ścieki z fabryki płyt pilśniowych w porównaniu do ścieków miejskich posiadają około 3-krotnie wyższe BZT<sub>5</sub> i około 5-krotną wyższą utlenialność, natomiast kilkakrotnie niższe stężenie azotu fosforu i potasu. Szeroki stosunek węgla organicznego do składników biogennych, w szczególności do azotu i fosforu, bez dokarmiania składnikami odżywczymi uniemożliwia mineralizację tych ścieków na sztucznej oczyszczalni biologicznej. Również doświadczenia wykazały, że nawodnienia ściekami z zakładów płyt pilśniowych użytków rolnych, bez równoczesnego nawożenia mineralnego, daje wyniki ujemne w plonowaniu roślin uprawnych. Zjawisko

Tabela 1

Właściwości chemiczne ścieków z fabryki płyt pilśniowych przy obiegu otwartym wody [4,5]

Określenie	Ścieki fabryki płyt pilśniowych	Ścieki miejskie
Odczyn — pH	5,7	7,0
BZT <sub>5</sub> (g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	1050	360
Utlonialność (g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	1400	300
Sucha pozostałość (g/m <sup>3</sup> )		
po suszeniu	2780	1350
po prażeniu	340	800
strata na prażeniu	2240	550
Zawiesiny na sączku: (g/m <sup>3</sup> )		
ogólne	540	600
mineralne	95	250
organiczne	445	350
Azot (g/m <sup>3</sup> )	20	60
Fosfor (g/m <sup>3</sup> )	4	15
Potas (g/m <sup>3</sup> )	15	45

to należy tłumaczyć procesem immobilizacji składników biogennych z gleby [1, 2, 5]. Nie stwierdzono szkodliwego działania tych ścieków na uprawy leśne. Przeprowadzone doświadczenia lizymetryczne w Nidzie wykazały, że przy obciążeniu do około 1000 mm ścieków rocznie nastąpił około 50% szybszy wzrost młodych drzewek sosny w porównaniu do kombinacji nie nawadnianej [4]. Nie wykluczając zjawiska immobilizacji składników biogennych w glebie leśnej, ogólny dodatni wpływ tych ścieków na wzrost sosny należy tłumaczyć pochodzeniem omawianych ścieków. Praktycznie w ściekach z fabryki płyt pilśniowych znajdują się te same związki co w drewnie lub powstające przy rozkładzie drewna. Tak więc nawodnienie ściekami z fabryki płyt pilśniowych gleb leśnych otwacza w pewnym stopniu naturalny obieg materii w ekosystemie.

#### OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW W GLEBIE

Badania przeprowadzone w Nidzie w latach 1961-1971, oprócz wpływu nawodnień ściekami z fabryki płyt pilśniowych na wzrost sosny, obejmowały oczyszczanie tych ścieków w środowisku gleby leśnej, jak również zmiany niektórych właściwości chemicznych gleby po 11 latach nawadniania. Obiekt doświadczalny został zlokalizowany na piaskach słabo gliniastych, całkowitych, przechodzących w piaski luźne. Zawartość frakcji przedstawiała się następująco: szkielet 5-20%, części ziemiste 80-95%.

W częściach ziemistych piasek stanowił 85-92<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, pył 2-8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, części spławialne 4-8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Doświadczenia prowadzono równolegle w lizymetrach i na działkach leśnych. Lizymetry z kręgów betonowych o średnicy 1 m, czyli o powierzchni 0,785 m<sup>2</sup> i o głębokości 1,45 m, napełnione zostały glebą leśną, z zachowaniem genetycznej budowy profilu glebowego. Lizymetry z sadzonkami sosny były nawadniane pojedynczymi dawkami ścieków 100 i 200 mm, wg harmonogramu przedstawionego w tabeli 2. Przy pojedynczych dawkach ścieków 100 mm, niezależnie od ich częstotliwości, ilość odcieku wynosiła średnio 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. W kilku przypadkach, gdy gleba była bardzo sucha, odciek się nie pojawiał. W kombinacji z jednorazową dawką ścieków 200 mm, doprowadzoną raz na 2 miesiące, odciek średnio wynosił prawie 400 mm rocznie, co przekracza 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w stosunku do normy nawodnienia, bez uwzględnienia opadów naturalnych.

Na podstawie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych w ściekach do lizymetrów i ilości odprowadzanych w odcieku określono redukcję zanieczyszczeń wg wzoru:

$$R_t = \frac{V_1 \cdot C_1 - V_2 \cdot C_2}{V_1 \cdot C_1} \cdot 100$$

gdzie:

- $R_t$  — redukcja ładunku zanieczyszczeń w <sup>0</sup>/<sub>0</sub>,
- $V_1$  — objętość doprowadzanych ścieków do gleby,
- $C_1$  — stężenie zanieczyszczeń w ściekach doprowadzanych do gleby,
- $V_2$  — objętość odcieku z gleby,
- $C_2$  — stężenie zanieczyszczeń w odcieku.

Obliczoną tym wzorem redukcję BZT<sub>5</sub> i zawiesin przedstawiono w tabeli 2. Przy stosowaniu pojedynczych dawek ścieków 100 mm uzyskano redukcję ładunku BZT<sub>5</sub> prawie w 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub> we wszystkich kombinacjach obciążenia rocznego 300, 600, 900 i 1200 mm ścieków (tab. 2). W kombinacji z pojedynczą dawką ścieków 200 mm, stosowaną co drugi miesiąc, redukcja ładunku BZT<sub>5</sub> była nieco niższa, średnio wynosiła 94,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Podobnie przedstawiała się redukcja zawiesin we wszystkich kombinacjach z pojedynczą dawką ścieków redukcja ładunku zawiesin sięgała 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a w kombinacji z dawką jednorazową w wysokości 200 mm spadła do 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (tab. 2). Jednakże przedstawione liczby odnośnie redukcji ładunku zawiesin nie odzwierciedlają w pełni faktycznego procesu oczyszczania ścieków w lizymetrach, bowiem w odcieku zaobserwowano duży udział zawiesin mineralnych. Jak widać z danych przedstawionych w tabeli 1, zawiesiny mineralne stanowią poniżej 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> w stosunku do ogólnej ich ilości w ściekach nie oczyszczonych.

Tabela 2

Redukcja ładunków BZT<sub>5</sub> i zawiesin w ściekach z fabryki płyt pilśniowych oczyszczanych w lizymetrach

Kombinacja (obciążenie)	Obciążenie ściekami mm	Odciek mm	Stężenie BZT <sub>5</sub> mg/10 <sub>2</sub>		Stężenie zawiesin mg/l		Redukcja BZT <sub>5</sub> %	Redukcja zawiesin %
			w ściekach	w odcieku	w ściekach	w odcieku		
A — 100 mm ścieków na 4 mie- siące	300	27	1103	252	204	54	97,8	97,6
B — 100 mm ścieków na 2 mie- siące	600	60	1014	199	232	60	97,7	97,4
C — 100 mm ścieków na miesiąc	1200	107	1030	163	198	50	98,1	97,7
D — 200 mm ścieków na 2 mie- siące	1200	372	1064	166	230	71	94,4	90,4

Na przestrzeni 11-letniego okresu badań nie stwierdzono zasadniczych różnic w dokładności oczyszczania ścieków w poszczególnych latach. Odchylenia nie przekraczały kilku procent od średniej wartości z całego okresu. Stąd można wnioskować, że procesy zachodzące w glebie pod wpływem nawodnień nie spowodowały zmian jakościowych, prowadzących do negatywnych objawów w środowisku gleby leśnej, ujemnie oddziałujących na dokładność oczyszczania ścieków w glebie. Po zakończeniu 11-letniego cyklu doświadczenia przeprowadzono badania chemiczne gleby. Analizowano węgiel organiczny ogólny, węgiel ogólny w wyciągu i węgiel kwasów huminowych metodą Tiurina [3], a także zawartość substancji organicznej oznaczoną metodą spalania. W wierzchnich warstwach gleby zawartość węgla organicznego ogólnego wahała się w granicach 1-2%, węgla ogólnego w wyciągu 0,2-0,6%, a węgla kwasów huminowych 0,1-0,5% w suchej masie gleby. Nie stwierdzono jednak żadnej zależności węgla organicznego w wymienionych frakcjach od obciążenia gleby ściekami. Również określenie strat na prażeniu, które zamykały się w granicach 2-6%, nie pozwoliły wykryć istotnych różnic w poszczególnych kombinacjach nawodnienia. Nie wykluczając pewnych zmian zachodzących w glebie pod wpływem nawodnień ściekami z fabryki płyt pilśniowych, są one jednak tak znikome przy stosunkowo niskim obciążeniu 300-1200 mm rocznie tych ścieków, że nie zdołano ich wykryć na tle naturalnych procesów w glebie leśnej. Wynika stąd wniosek, że przy obciążeniu do 1000 mm ścieków rocznie na glebach lekkich nie należy się obawiać zmian w środowisku gleb leśnych, które prowadziłyby do naruszenia równowagi naturalnego środowiska. Poza wymienionymi badaniami wykonano analizę gleby na zawartość składników pokarmowych. Nie wykryto istotnych różnic w zawartości składników nawozowych w glebie w poszczególnych kombinacjach nawadniających, co tłumaczy małą żyznością omawianych wód. Stwierdzono jedynie pewien wzrost zawarości azotu w wierzchnich warstwach gleby 0-5 cm z 0,20% na powierzchniach kontrolnych do około 0,30% w suchej masie gleby na kombinacjach nawadnianych. Zwiększenie ilości azotu najprawdopodobniej nastąpiło wskutek wiązania go z atmosfery przez drobnoustroje rozkładające zanieczyszczenia organiczne, dostarczane w ściekach do gleby.

#### PODSUMOWANIE

Ścieki z fabryki płyt pilśniowych ze względu na swe właściwości — szeroki stosunek węgla do składników biogenych, w szczególności do azotu i fosforu — są trudne do oczyszczenia na oczyszczalni biologicznej, zarówno sztucznej jak i w warunkach glebowych. Dobre wyniki oczyszczania tych ścieków uzyskano w środowisku gleby leśnej, gdzie

przy obciążeniu do 1000 mm rocznie osiągnięto redukcję ładunku BZT<sub>5</sub> w wysokości 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Również stwierdzono korzystny wpływ nawodnień tymi ściekami na wzrost sosny, który był od kilkunastu do około 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> większy niż na kombinacjach nie nawadnianych. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń na glebie piaszczystej po 11 latach nawodnień nie stwierdzono istotnych zmian w glebie, które mogłyby doprowadzić do naruszenia równowagi środowiska gleby leśnej.

#### LITERATURA

1. Awdokin N. S.: Naucznyje osnovy primienienija udobrenij. Moskwa 1972.
2. Boćko J.: Gleba jako środowisko oczyszczania ścieków. Roczn. glebozn. T. XV, z. 2, 1965.
3. Kononowa M.: Substancje organiczne gleby. Tłum. z ros. PWRL, 1968.
4. Krężel J.: Badania nad oczyszczaniem i wykorzystaniem w środowisku leśnym ścieków z fabryki płyt pilśniowych w Nidzie. Roczn. Nauk roln. ser. F, T. 77, z. 4, 1970.
5. Leończyk A.: Badania przydatności ścieków z przemysłu płyt pilśniowych do nawodnień użytków zielonych. Praca doktorska SGGW-AR, 1967.

*Ю. Боцько, Э. Кренжель*

#### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ФАБРИКИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ В СРЕДЕ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

##### Резюме

Сточные воды возникающие во время производства древесноволокнистых плит с древесных отходов имеют большую БПК<sub>5</sub> — биохимическую потребность кислорода — свыше 1000 мг O<sub>2</sub>/л и одновременно небольшое количество биогенных компонентов. Отсюда вытекает большое затруднение для их биологической очистки так искусственным путем как и в условиях естественной среды. Были проведены лизиметрические опыты в среде лесной почвы, легкий песок, и они показали большой уровень редукции БПК<sub>5</sub> — около 98<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Сконстатировано при этом положительное влияние этих сточных вод на рост саженцев сосны. В комбинациях орошаемых сточными водами, порядка 300-1200 мм в год, рост деревьев был быстрее на десять а даже несколько десятков процентов, по сравнению с контролем.

После 11 лет применения орошений проведено анализ почвы, который не показал существенных химических изменений, которые могли бы свидетельствовать об ухудшении лесной среды в качестве очистителя сточных вод и производителя лесной растительности.

*J. Boćko, J. Krężel*

## CLEANING OF SEWAGE FROM FIBREBOARD FACTORY IN AN ENVIRONMENT OF FOREST SOILS

### Summary

The sewage originating from the production of fibreboards from wood discards distinguishes itself by a high biological oxidation demand (BOD — exceeding 1000 mg/l O<sub>2</sub> and simultaneously a low content of biogenetic components. Hence result great difficulties of their biological cleaning both in artificial treatment plant and in a natural soil environment. Lysimetric experiments carried out in the environment of light sandy forest soil indicated a high degree of BOD reduction — by ca 98%. At the same time a positive effect of this sewage upon growth of pine seedlings was ascertained. In combination irrigated with sewage at the rate from 300 to 1200 mm per annum the growth of saplings was more rapid by several to several scores of per cent when compared to the control combination.

Following to 11 years of irrigation soil analysis was performed. It failed to reveal any significant chemical changes, which could lead to the deterioration of forest soil environment as sewage treatment plant and a site of forest production.

Prof. dr hab. *Józef Boćko*

Akademia Rolnicza — Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych

Pl. Grunwaldzki 24, Wrocław

Dyrektor: prof. dr hab. Stanisław Marcilonek

Dr inż. *Jerzy Krężel*

Akademia Rolnicza — Instytut Budownictwa Wodnego i Ziemi

Pl. Grunwaldzki 24, Wrocław

Dyrektor: prof. dr hab. Julian Wołoszyn