

## **Содержание хлорорганических пестицидов в водоносном горизонте Бучакско-Каневских отложений Украины**

Институт геологических наук НАН Украины, г.Киев  
e-mail: N. Osokina@gmail.com

**Аннотация.** *Институтом геологических наук НАН Украины проведены исследования газохроматографическим методом водоносного горизонта бучакско-каневских отложений Украины на содержание стойких хлорорганических пестицидов: ДДТ и его метаболитов, ГХЦГ и его изомеров, альдрин, гептахлор; фторсодержащих пестицидов: трефлан и др. Было установлено, что одновременно в одной пробе могут присутствовать 3-8 веществ и их метаболитов, производных различных групп химических соединений в концентрации ниже, чем предельно допустимые концентрации (ПДК) для воды питьевого и культурно-бытового водопользования, однако суммарный эффект их влияния на организм человека не изучен.*

**Ключевые слова:** *пестициды, водоносный горизонт бучакско-каневских отложений.*

Проблема качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, была и остается чрезвычайно острой и актуальной. Цель исследования – изучение содержания хлорорганических пестицидов в подземных водах водоносного горизонта бучакско-каневских отложений Украины.

В работе описан водоносный горизонт бучакско-каневских отложений украинского Полесья и Днепровско-Донецкого артезианского бассейна, который в геоструктурном отношении приурочен к одноименной тектонической впадине. Широкое изучение подземных вод Полесья и Днепровско-Донецкого артезианского бассейна связано с необходимостью обеспечения водой хорошего качества возрастающих потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства Украины, источником централизованного водоснабжения которых являются в основном подземные воды. Первые сведения по гидрогеологии отдельных районов Полесья встречаются в работах К.М. Феофилактова (1881,1887), А.П.Карпинского, П.Я. Армашевского, П.М. Чирвинского, П.Я. Тутковского (1893, 1911, 1914, 1918), И.Ф. Синцова (1905,1908). В 1923-1930г.г. начинается планомерное изучение подземных вод Украины в основном гидрогеологами Украинского отдела Геологического комитета (В.И. Луцицим, В.Л. Личковым, А.У. Зеленко и др.). В.И. Луцицим (1926) на основе данных бурения скважин на воду была составлена карта изобат и изогидростатических линий бучакско-каневского водоносного горизонта северо-восточной Украинской артезианской мульды. К.И. Маков (1934-1948г.г.) изучал вопросы региональной гидрогеологии территории Украины. К.Н. Варава (1955, 1956,1959) в своих работах освещает подземные воды украинского Полесья. Короткая характеристика разных генетических типов трещинных вод Украинского кристаллического щита, северо-западная часть которого находится в пределах Полесья, дается в статьях А.Е. Бабинца (1956, 1957). Ф.А. Руденко (1953, 1957) характеризует подземные воды правобережного Полесья и режим подземных вод Украинского кристаллического щита. Ю.Г. Головченко, Г.И. Банник (1971) изучали водоносность бучакско-каневских отложений Днепровско-Донецкого артезианского бассейна. Т.С. Николаенко (1971) характеризует водоносность отложений палеогена Волыно-Подольского артезианского бассейна. Ж.С. Камзист, А.Л. Шевченко (2009) осветили гидрогеологию Украины.

### **Водоносность бучакско-каневских отложений украинского Полесья.**

Песчаная толща бучакско-каневского возраста, которая значительно распространена в пределах киевского и черниговского Полесья, повсюду характеризуется большой обводненностью[1]. Почти на всей площади своего распространения на Полесье бучакско-каневские отложения залегают мульдоподобно и перекрываются водостойкими мергелями киевского яруса, отсутствующими только на северо-восточной и западной окраинах распространения бучака, т. е. в областях его питания, где киевский ярус представлен преимущественно песчаными фациями; такое положение создает условия для существования в бучакско-каневских отложениях достаточно мощного напорного водоносного горизонта, который характеризуется значительной водообильностью.

Песчаные отложения каневского яруса обычно сменяются бучаком без резко заметного фациального перехода, и вся бучакско-каневская толща пород содержит гидравлически связанные напорные воды, потому ниже они рассматриваются как один совместный бучакско-каневский водоносный горизонт.

Условия залегания обводненной толщи бучакско-каневских отложений характеризуются постепенным погружением их от окраин распространения до оси эоценовой мульды Днепровско-Донецкой впадины, где глубины залегания водоносного горизонта, изменяются в пределах Полесья от 20-35 до 50-80 м, достигают 110-120 м. Водоносный горизонт бучакско-каневских отложений эксплуатируется большим количеством скважин, дебиты которых изменяются от 3-5 до 20-38 м<sup>3</sup>/час при значительно небольших понижениях пьезометрических уровней. Величины удельных дебитов скважин изменяются в пределах 0.5-2.0 до 5-8 м<sup>3</sup>/час, изредка 10-12 м<sup>3</sup>/час.

Резкая смена дебитов скважин, которые раскрыли бучакско-каневский водоносный горизонт, связана с неоднородностью литологического состава пород водовмещающей толщи, частой сменой как по глубине, так и по площади распространения более крупнозернистых песков этой толщи мелкозернистыми глинистыми их разновидностями, что подтверждается большим фактическим материалом бурения скважин на водоносный горизонт бучакско-каневских отложений в Полесье. Общее понижение пьезометрических уровней этого водоносного горизонта направлено в сторону Днепра, где бучакско-каневские отложения на значительном участке, от устья Десны до г. Кременчуга (южнее Полесья), раскрыты глубоким розмывом речки и контактируют с крупнозернистыми флювиогляциальными песками долины Днепра. Этот участок реки является зоной дренирования напорных вод бучакско-каневского водоносного горизонта, перелива их в пески четвертичной толщи и дальнейшего подземного стока в Днепр.

Максимальные отметки пьезометрических уровней бучакско-каневского водоносного горизонта, которые достигают 136-143 м, находятся на северо-восточных окраинах черниговского и западных окраинах киевского Полесья, постепенно понижаясь в направлении области дренирования и стока этих вод – к долине Днепра.

По химическому составу и степени минерализации подземные воды бучакско-каневских отложений в пределах Полесья относятся к типу слабо минерализованных гидрокарбонатнокальциевых вод, которые часто отмечаются относительно повышенным содержанием магния [1].

Общая минерализация подземных вод бучакско-каневских отложений изменяется в пределах 420.0-814.6 мг/л; в них содержится: гидрокарбонатов – 314.1-573.4 мг/л (5.15-9.40 мг · экв), кальция 70.1-112.2 мг/л (3.50-5.60 мг · экв), щелочных металлов 1.8-96.4 мг/л (0.08-4.02 мг · экв), магния 14.6-27.3 мг/л (1.20-2.25 мг · экв), хлоридов 4.3-35.5 мг/л (0.12-1.00 мг · экв), сульфатов – от следов до 36.2 мг/л (0.75 мг · экв); нитраты, нитриты и аммиак в воде бучакско-каневского горизонта не обнаружены.

Питание водоносного горизонта бучакско-каневских отложений осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, происходящей на северо-восточном крыле Днепровско-Донецкой впадины (левобережье Днепра) и на ее юго-западных окраинах (правобережье Днепра), а также в центральной части Украинского кристаллического щита, преимущественно в районах бурогоугольных месторождений [1,2].

В значительной мере пополнение водоносного горизонта осуществляется и за счет перелива в бучакско-каневские пески напорных вод верхнемеловых отложений, что наблюдается на северо-восточном крыле Днепровско-Донецкой впадины, где эти пески залегают непосредственно на трещиноватой толще мергельно-меловых пород сенон-турона, которые содержат напорные воды.

Водоносность бучакско-каневских отложений Днепровско-Донецкого артезианского бассейна.

Бучакско-каневский водоносный горизонт в связи с выдержанностью и значительной водообильностью является одним из основных в Днепровско-Донецкой впадине и исключительно широко используется для водоснабжения [3].

Распространен он почти на всей площади бассейна в пределах обширного палеогенового поля и отсутствует только в долине Днепра и на участке Переяслав-Хмельницкий – Черкассы и в сводовых частях ряда солянокупольных структур (г. Ромны и др.)

На большей части впадины бучакско-каневские отложения залегают ниже местных базисов эрозии. Только в ее бортовых участках в долинах Десны, Сейма и особенно на левобережье Сев. Донца они размыты речной и овражно-балочной сетью и сохранились лишь на водораздельных площадях.

Бучакские отложения представлены песками разно-, мелко- и среднезернистыми, иногда крупнозернистыми, с прослоями и линзами плотных кремнистых песчаников и глин. В каневских песках преобладают мелко- и тонкозернистые глинистые пески (до 90%).

Общая мощность водовмещающих отложений на большей части Днепровско-Донецкого артезианского бассейна составляет 10-50 м и только в осевой его части 50-100 и даже до 200-300 м на отдельных купольных структурах; однако мощность вскрываемых скважинами на воду песков колеблется от нескольких до 65 м (в среднем 20-40).

Глубина залегания водоносного горизонта изменяется от нескольких десятков до 200-300 м в осевой части впадины. Напоры возрастают к осевой части впадины, где их величина достигает 200-333 м (г. Прилуки, села Гусиное, Хорошки). Пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах от 2 до 100 м и более, в понижениях рельефа многие скважины фонтанируют (уровни до плюс 7-13 м). Бучакско-каневский водоносный горизонт широко используется для водоснабжения сельскохозяйственных объектов, промысловых предприятий и многих городов (Чернигова, Миргорода, Лубен, Полтавы, Прилук и др.)

Дебиты скважин изменяются от долей до 8-10 л/сек, а в отдельных случаях достигают 16,7 л/сек (г. Конотоп) и даже 32 л/сек (г. Лебедин). Наибольшей водообильностью отличаются пески в долинах рек Самары (на участке от г. Павлограда до г. Новомосковска) и Орели, где производительность скважин достигает 15-20 л/сек (Григорович, 1961). Но чаще всего дебиты скважин составляют 1-4 л/сек [3].

Питание бучакско-каневского водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на северо-восточном крыле бассейна и за счет перелива в бучакско-каневские пески напорных вод верхнемеловых отложений. На правобережье Днепра областями питания являются окраины юго-западного крыла и центральная часть Украинского кристаллического массива. На юго-западном крыле впадины, как показал Ф.А. Руденко [3], пополнение запасов подземных вод бучакско-каневских отложений осуществляется также за счет перелива вод трещиноватой зоны кристаллических пород докембрия, которым присущи более высокие пьезометрические уровни.

Сток напорных вод направлен в сторону долины Днепра, которая является основной областью разгрузки. В восточной части впадины разгрузка вод бучакско-каневского горизонта осуществляется в долинах Сев. Донца и его левобережных притоков.

В северо-восточной и северо-западной частях бассейна воды бучакско-каневских отложений пресные, гидрокарбонатно-кальциевые, кальциево-магниево-кальциево-натриевые, реже натриевые с минерализацией до 1 г/л и жесткостью 1-8 мг экв. В центральной части развиты гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые и хлоридно-натриевые воды с минерализацией 3 г/л и более, причем максимальное засоление вод наблюдается вблизи солянокупольных структур. В юго-восточной части впадины развиты гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевые и сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевые воды с минерализацией 0.5-1 и 1-3 г/л[1]. В средней части долины р. Самары воды бучакских отложений имеют сульфатно-хлоридно-натриевый и хлоридно-сульфатно-натриевый состав и минерализацию 1-3 г/л, реже до 5 г/л.

В Приднепровской полосе (с. Галещино, города Новомосковск, Павлоград) за счет подтока высокоминерализованных вод из нижележащих каменноугольных, триасовых и юрских отложений минерализация вод бучакских отложений увеличивается до 10-32 г/л, а в долине р. Самары местами до 25-46 г/л [3].

В Полтавской области воды бучакско-каневских отложений в отдельных случаях содержат бром, бор и другие микрокомпоненты и используются для розлива как столовые: в с. Шишаках-“Гоголевская”, в с. Семеновке – “Весело-Подольская”.

### Результаты и методы

Целенаправленные многолетние исследования позволили рассмотреть статистическое и динамическое распределение пестицидных препаратов в водоносном горизонте бучакско-каневских отложений Украины. Газохроматографическим методом изучались [4,5] хлорорганические пестициды: п,п'-ДДТ, о,п' -ДДД, п,п' -ДДЕ, α-ГХЦГ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, альдрин, гептахлор; фторорганический пестицид-трефлан и др. Однако, указанный перечень содержащихся в подземных водах пестицидов, по всей вероятности, далеко не полный.

Хлорорганические пестициды ГХЦГ, гептахлор - обнаружены[4] в подземных водах водоносного горизонта бучакско-каневских отложений в с. Прилуки Черниговской обл.; ДДТ, ГХЦГ, гептахлор - обнаружены южнее с. Решки Черниговской обл.; ДДТ, ГХЦГ - обнаружены в г.Нежин Черниговской обл.; ДДТ, ГХЦГ - обнаружены в г. Чернобыль Киевской обл.; севернее г. Васильков Киевской обл.; юго-западнее г.Кагарлык Киевской обл.; в г. Корсунь-Шевченковский Черкасской обл., селах Киевской области (табл.1)[5].

Хлорорганические пестициды в подземных водах водоносного горизонта бучакско-каневских отложений не обнаружены[4] южнее г. Кагарлык Киевской обл., южнее г. Мироновка Киевской обл.; юго-восточнее г. Корсунь-Шевченковский Черкасской обл., южнее г. Малая Виска Кировоградской области.

Водоносный горизонт эоценовых отложений (бучак) Киевской области:

Σ ДДТ присутствует в 68% проб на уровне  $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>

Σ ГХЦГ содержится в 52% проб на уровне  $1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>

Альдрин не обнаружен

Гептахлор присутствует в 24% проб на уровне  $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup>

Трефлан содержится в 24% проб на уровне  $1 \cdot 10^{-8}$  –  $1 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>

### Заключение

Одновременно в воде скважин обнаружено до 3-8 сельскохозяйственных загрязнителей. Содержание хлорорганических пестицидов ( ДДТ, ГХЦГ) в подземных водах водоносного горизонта бучакско-каневских отложений Украины составляет  $1 \cdot 10^{-6}$  –  $1 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>. Хлорорганические пестициды, поступающие в организм человека с питьевой и минеральной водами в концентрации выше ПДК, на фоне радиоактивного прессинга вызывают негативные последствия в виде различных заболеваний химической этиологии (интоксикация, канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие). Загрязненная химикатами вода может быть причиной аллергических заболеваний, разных заболеваний обмена веществ, органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний. Находясь в питьевой и минеральной водах в концентрации ниже ПДК, пестициды также представляют опасность, потому что суммарный эффект их действия на организм человека не изучен. Пестициды потенцируют действие антропогенных загрязнителей (радионуклидов, тяжелых металлов и др.), которые в комплексе негативно влияют на генетическую и иммунную системы человека.

По химическому составу и физическим свойствам напорные воды бучакско-каневских отложений (еоцен) отличаются высоким качеством и пригодны для хозяйственно-питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, что при наличии сравнительно неглубокого залегания и значительной водообильности водоносного горизонта способствует широкому использованию его как в районах киевского и черниговского Полесья, так и на всей территории развития подземных вод бучакско-каневских отложений в пределах Днепровско-Донецкой впадины.

**Таблица 1.**

**Содержание хлорорганических пестицидов в водоносном горизонте эоценовых отложений (бучак) Киевской области 1993г., мг/дм<sup>3</sup>**

№ п/п	Место отбора, Скважина	Σ ДДТ	Σ ГХЦГ	Альдрин	Гептахлор	Трефлан
1	с. Пуховка	н.о.*	5·10 <sup>-5</sup>	н.о.	н.о.	Н.о.
2	с. Летки	6·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-7</sup>	Н.о.	н.о.	7.4·10 <sup>-7</sup>
3	с. Евминка	Н.о.	6·10 <sup>-6</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
4	С. Козин	2.7·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
5	С. Жуковцы	4·10 <sup>-6</sup>	Н.о.	Н.о.	1·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
6	С. Ст. Безрадици	7.5·10 <sup>-6</sup>	Н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
7	Г. Борисполь	1.5·10 <sup>-6</sup>	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
8	С. Барышевка	2.2·10 <sup>-5</sup>	1.3·10 <sup>-5</sup>	н.о.	н.о.	2·10 <sup>-6</sup>
9	С.Веселиновка	5·10 <sup>-6</sup>	4.9·10 <sup>-5</sup>	н.о.	н.о.	н.о.
10	С. Гоголев	1.1·10 <sup>-4</sup>	6.7·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	1.4·10 <sup>-6</sup>
12	С. Лукаши	4·10 <sup>-4</sup>	2.8·10 <sup>-6</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
13	С. Кийлов	2.3·10 <sup>-6</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	Н.о.	2.1·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
14	С. Ковалин	2.4·10 <sup>-6</sup>	4.6·10 <sup>-4</sup>	Н.о.	2·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
15	С. Процев	Н.о.	Н.о.	Н.о.	2·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
16	С. Бортнич	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
17	С. Глеваха	1.4·10 <sup>-4</sup>	4.8·10 <sup>-6</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
18	Г. Васильков	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	2·10 <sup>-8</sup>
19	С. 1 Травня	2.2·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	1.6·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
20	С. Калиновка	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
21	С. Боровая	5.9·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
22	С. Шпитьки	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	2·10 <sup>-8</sup>
23	С. Ситняки	3·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	1.1·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
24	С. Макаров	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
25	С. Вел. Дымерка	2.8·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
26	С. Шевченково	1·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
27	С. Бровары	9.2·10 <sup>-4</sup>	4.7·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	2.4·10 <sup>-5</sup>	Н.о.
28	С. Калита	9.8·10 <sup>-5</sup>	8.6·10 <sup>-5</sup>	Н.о.	Н.о.	2.4·10 <sup>-6</sup>
29	С. Ходосовка	1.7·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	Н.о.	Н.о.	Н.о.
30	С. Жуляны	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	1.8·10 <sup>-7</sup>

Н.о.\*- не обнаружено

### Литература

1. Варава К. М. Підземні води українського Полісся. АН УРСР, / К. М. Варавва. – К.: 1959.– 125с.
2. Осокина Н. П. Подземные воды Житомирского Полесья (район месторождений янтаря) / Н. П. Осокина / Український бурштиновий світ (Тези доповідей другої Міжнародної науково-практичної конференції Київ-Рівне, 16-17 жовтня 2008 р.)- Киев, 2008.- 51с.
3. Гидрогеология СССР. Том V. Украинская ССР. УкрНИГРИ. Редактор Ф.А.Руденко «Недра», М.: 1971. - 614с.
4. Обзорная карта загрязнения подземных вод УССР пестицидами М 1:1500000 Министерство геологии УССР отв. исп. Рыбачковский Э.А., К.: 1986.
5. Осокина Н. П. Мониторинг загрязнения пестицидами водоносных горизонтов четвертичных и эоценовых отложений Киевской области / Н. П. Осокина / Наукові праці Донецького національного технічного університету Головний ред. Башков Є.О. Серія: "Гірничо-геологічна" Випуск 15(192) "Цифрова типографія, Д.: 2011. – 384с.

**Аннотація** Н. П. Осокіна **Вміст хлорорганічних пестицидів у водоносному горизонті Бучацько-Канівських відкладів.** Інститутом геологічних наук НАН України проводилися дослідження газохроматографічним методом на вміст у водоносному горизонті бучацько-канівських відкладів України хлорорганічних пестицидів: ДДТ та його метаболітів, ГХЦГ та його ізомерів, альдрину, гептахлору, фторвміщуючих пестицидів: трєфлан та ін. Встановлено, що одночасно в одному і тому ж зразку можуть бути присутніми до 3-8 речовин та їх метаболітів, похідні різноманітних груп хімічних сполук в концентраціях нижче, ніж гранично допустимі концентрації (ГДК) для питної води, проте повний ефект їх впливу на людський організм не вивчено

**Ключові слова:** пестициди, водоносний горизонт бучацько-канівських відкладів.

**Abstract.** N. P. Osokina **Organochlorine pesticides content in Buchak-Kanev aquifer.** Validated mathematical models to calculate the maximum capacity of the humus horizon of soils, which can be used for predictions of erosion degraded landscapes. The technique of GIS-mapping the calculated values of maximum thickness of the humus horizon with the microclimatic features of soil formation on the slopes.

**Keywords:** pesticides, Buchak-Kanev aquifer.

Поступила в редакцію 01.02.2014 г.