

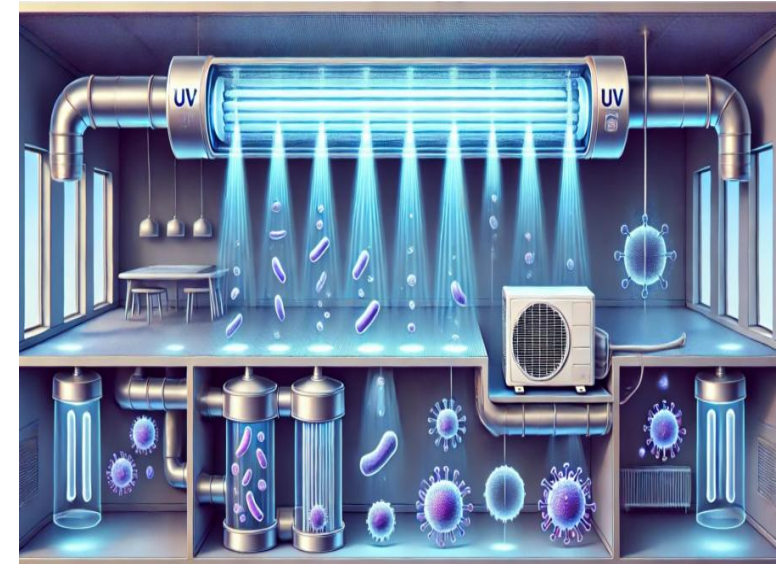
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ. УФ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ



ВОДА БЕЗ ХЛОРУ, БАКТЕРІЙ І ВІРУСІВ. УСТАНОВКИ УФ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ
ВОДОГРАЙ (WATERLIGHT)

Знезараження води УФ - випромінюванням

- Одним з найбільш ефективних та дієвих заходів, що призводить до знезараження води та стоків, і не сприяє утворенню у знезараженій воді небезпечних токсичних речовин, є знезараження води ультрафіолетовим (УФ) опромінюванням.
- Короткохвильове УФ випромінювання ($\lambda = 205 \dots 315 \text{ нм}$) є згубним для більшості мікроорганізмів таких як: збудники дизентерії, холери, тифу, туберкульозу, гепатиту, ротавірусів та ін.
- УФ знезараження води здійснюється за рахунок прямої дії ультрафіолетових променів на клітинну та молекулярну структуру мікроорганізмів, що призводить до їх миттєвої загибелі.
- Знезараження води за допомогою УФ променів здійснюється без внесення в воду будь – яких хімічних речовин.





Механізм УФ знезараження

- Впливаючи на мікроорганізм, УФ випромінювання руйнує структуру ДНК і тим самим позбавляє організм можливості репродукуватися, що в кінцевому підсумку знищує його.
- Летальна дія виявлена для всіх відомих видів мікроорганізмів. Вона зумовлена спектральною чутливістю останніх до дії УФ випромінювання.
- Дезінфікуюча дія УФ випромінювання найбільш виражена в діапазоні довжин хвиль від 205 до 315 нм. Найбільшу дезінфікуючу дію має УФ випромінювання з довжиною хвилі 265 нм.





Основи УФ знезараження

Закономірність зменшення кількості мікроорганізмів, які знаходяться у воді, описуються наступною формулою:

$$P_1 = P_0 e^{-\Delta E t / k} = P_0 e^{-D / k},$$

де P_1 – Кількість мікроорганізмів, які залишилися у воді після її УФ опромінення;

P_0 – Кількість мікроорганізмів, які знаходилися у воді перед початком її опромінення;

ΔE - Інтенсивність УФ випромінювання, мВт/см², $\Delta E = E_0 (1 - e^{-\alpha x})$,

α – коефіцієнт поглинання УФ випромінювання, см⁻¹;

$\alpha = 1 - T_{10} / 100$, де T_{10} – прозорість води,

x – товщина шару води, см;

k – Коефіцієнт, який характеризує стійкість мікроорганізму до дії УФ променів; t – Тривалість опромінення, с;

$D = \Delta E \cdot t$ - величина енергії УФ опромінення, яка була поглинута водою, або доза УФ опромінення, мДж/см².



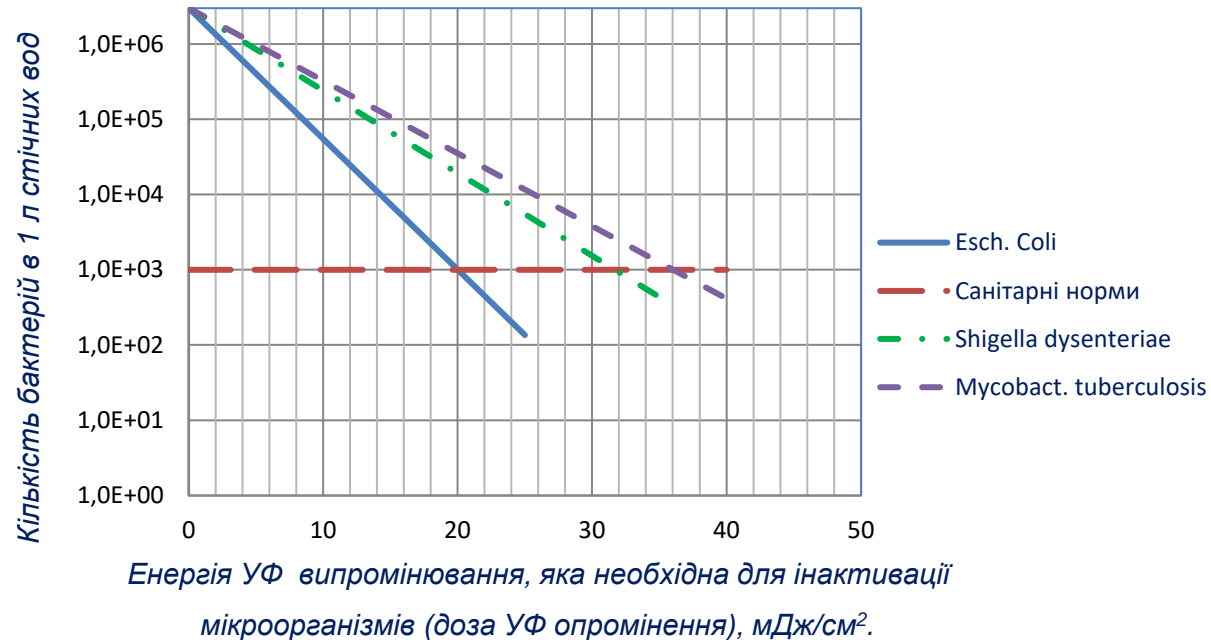
Примітка:

- для води після очищення на установках зворотного осмосу $T_{10} = 98\%$;
- для води з артезіанських джерел $T_{10} = 85 - 90\%$;
- для водопровідної води $T_{10} = 80 - 85\%$;
- для води у плавальному басейні $T_{10} = 70\%$;
- для стічних вод $T_{10} = 40 - 65\%$;



Стійкість мікроорганізмів до УФ опромінення

Значення коефіцієнту стійкості мікроорганізмів до дії УФ променів k залежить від типу мікроорганізмів і для різних типів мікроорганізмів значення цього коефіцієнту відрізняється одне від одного.



Зниження кількості бактерій в 1 літрі води в залежності від дози УФ опромінення для деяких бактерій:

1 - *Escherichia Coli* ($k=2,5$ мДж/см²),

2 - *Shigella dysenteriae* ($k=3,96$ мДж/см²),

3 - *Mycobacterium tuberculosis* ($k=4,5$ мДж/см²),

4 – згідно СанПиН 4630 – 88 та СанПиН 2.1.5.980-00



УФ установки з лампами низького та середнього тиску

Ефективність знезараження залежить від спектральних характеристик УФ ламп, які використовуються в системах УФ знезараження.

Для знезараження води можуть використовуватися УФ системи, в яких встановлені як УФ лампи низького тиску, так і УФ лампи середнього тиску.

При використанні знезаражуючих систем з УФ лампами середнього тиску необхідно брати до уваги що бактерицидна ефективність УФ ламп низького тиску становить 85%, а УФ ламп середнього тиску – 42%.

При цьому питомі витрати енергії, яка необхідна для знезараження води, будуть у 4 рази вищі, ніж при використанні УФ систем з лампами низького тиску (див. <https://www.waterlight.pro/uf-znezarazhennya-vody/>).

Спектральні характеристики УФ ламп



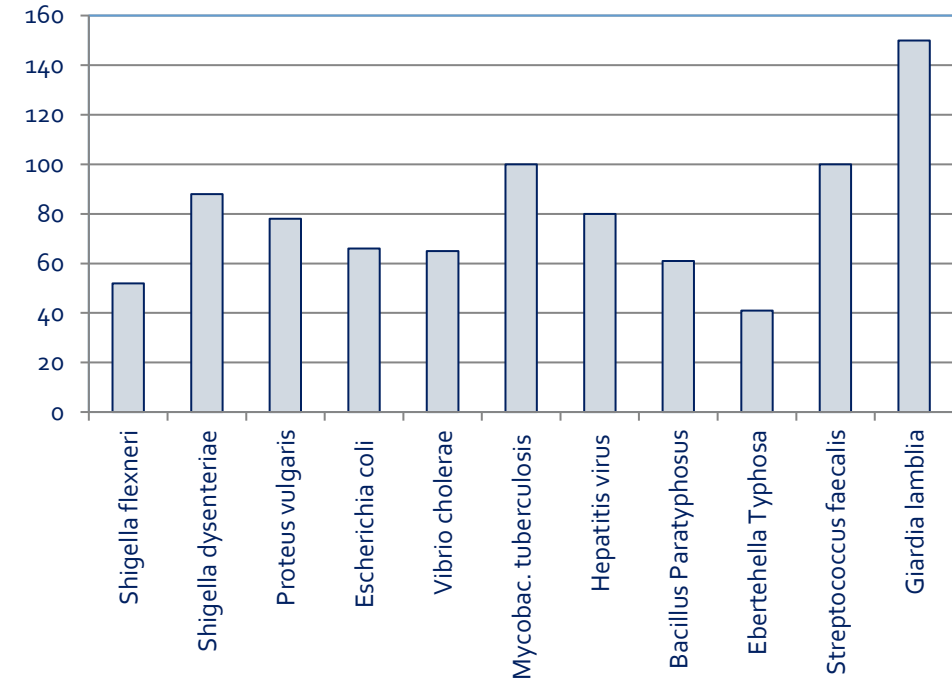


Вплив УФ випромінювання на мікроорганізми

Відповідно до чинних нормативних документів (NSF/ANSI 55-2002. Ultraviolet microbiological water treatment systems):

- для знезараження питної води значення мінімальної дози УФ опромінення повинно становити 40 мДж/см^2 (400 Дж/м^2).
- За наявності у воді паразитів значення знезаражуючої дози УФ опромінення має бути не менше 45 мДж/см^2 (450 Дж/м^2).
- Для знезараження стічної води значення дози УФ опромінення повинно складати у звичайному режимі - 40 мДж/см^2 (400 Дж/м^2); при наявності у воді паразитів - $60 - 65 \text{ мДж/см}^2$ ($600 - 650 \text{ Дж/м}^2$).

Значення дози УФ опромінення повинно вказуватися для конкретного значення коефіцієнту прозорості води, яка знезаражується T_{10}

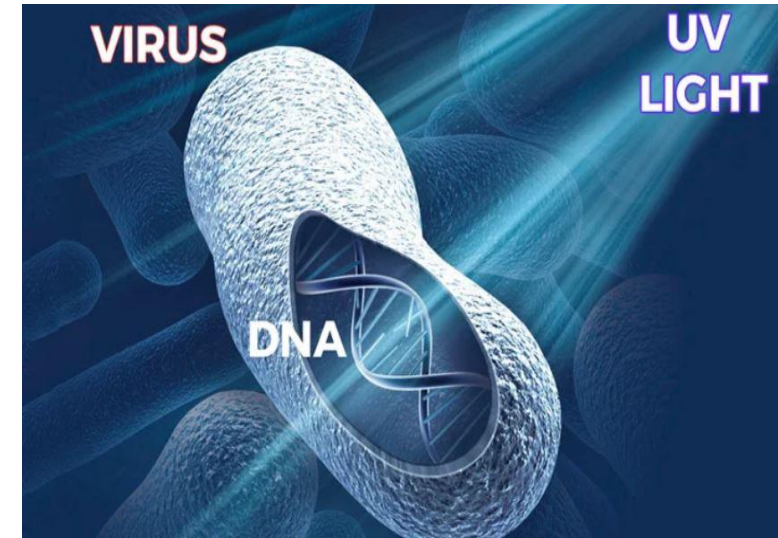


Чутливість деяких типів мікроорганізмів до дії
УФ опромінення, Дж/м^2 .
Ефективність знезараження 99,9%.



Ефективність УФ - знезараження

- Використання УФ випромінювання для знезараження води - є безпечним і ефективним способом знезараження, який добре зарекомендував себе на практиці.
- Єдиною умовою застосування методу УФ знезараження є правильно обрана доза УФ опромінення (кількість ультрафіолетової енергії, яка необхідна для знищення мікроорганізмів, що знаходяться у воді), а також достатня прозорість води, що знезаражується.

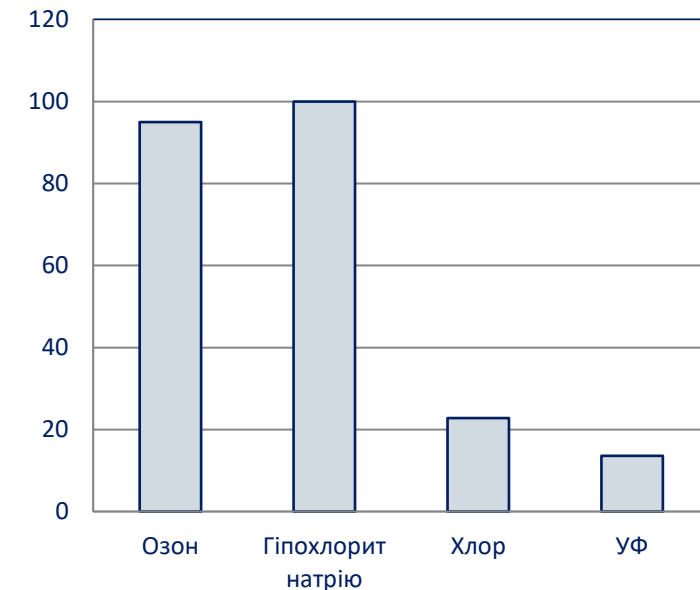




Економічна ефективність

Собівартість УФ знезараження питної води УФ установками з лампами низького тиску становить близько 0,5 – 1,0 EUR за 1000 м³, стічної – 2,5 EUR за 1000 м³ що:

- *у 1,7 разів менше питомих витрат на її знезараження за допомогою хлору;*
- *у 7,4 разів менше питомих витрат на її знезараження за допомогою гіпохлориту натрію;*
- *у 7 разів менше питомих витрат на її знезараження за допомогою озону.*



Питомі витрати при знезараженні питних вод, %



Переваги

До основних переваг технології УФ знезараження відносяться:

- ефективне знешкодження всіх типів індикаторних та патогенних мікроорганізмів;*
- високий рівень безпеки та відсутність негативного впливу на довкілля. При УФ знезараженні не утворюються побічні продукти, які негативно впливають на здоров'я людини та тварин;*
- легкий та простий контроль над процесом знезараження – відсутня необхідність у системі дозування та додаткових системах контролю, відсутня небезпека передозування;*
- незалежність ефекту знезараження при коливаннях фізико-хімічних показників води, що знезаражується;*
- відсутня необхідність постійного підстроювання інтенсивності УФ опромінювання під поточну якість води;*
- можливість розташування знезаражуючої системи у вже існуючій будівлі або споруді – наприклад, у приміщенні хлораторної або насосної станції;*
- низькі експлуатаційні витрати, які пов'язані тільки з витратами на заміну УФ ламп (один раз у півтора - два роки) та на електроенергію.*



Установки УФ знезараження води ВОДОГРАЙ

Установки серії ВОДОГРАЙ (ТУ У 28.29-40165568-002:2020) призначені для знезараження питної та стічної води.

Знезараження води відбувається за рахунок бактерицидних властивостей УФ - випромінювання.

Виготовляється два основних типи знезаражуючих УФ установок:

- напірні установки корпусного типу ВОДОГРАЙ для УФ знезараження питної води) та ВОДОГРАЙ - С (для УФ знезараження стічної води);*
- безнапірні установки лоткового типу ВОДОГРАЙ – КС і ВОДОГРАЙ – СК, які призначені для УФ – знезараження стічних вод.*

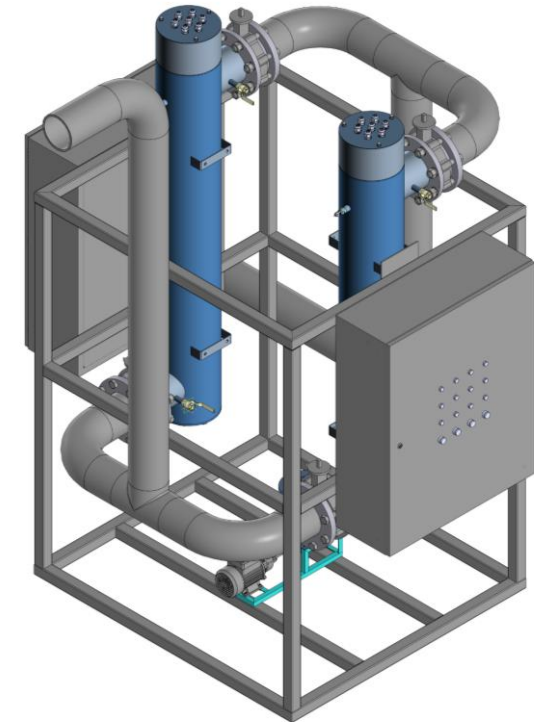
Установки серії ВОДОГРАЙ мають висновок державної санітарно-гігієнічної експертизи № 12-2-18-2/23670 від 13.10.2020 року.





УФ установки корпусного типу ВОДОГРАЙ В (WATERLIGHT W)

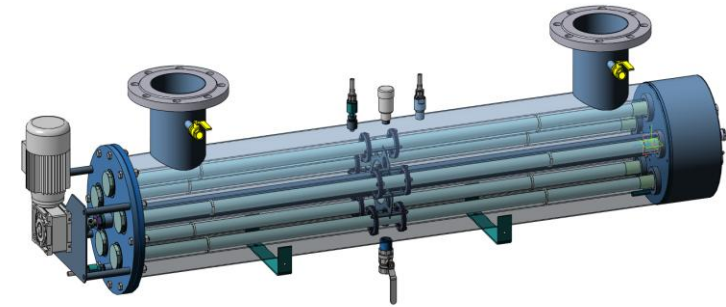
- *УФ установки ВОДОГРАЙ-В призначені для знезараження питної води*
- *УФ установки ВОДОГРАЙ-В складається з трьох окремих компонентів: камери знезараження, блоку управління і блоку промивки.*
- *Камера знезараження виготовляється з нержавіючої сталі (AISI 304 або AISI 316L).*
- *Всередині камери знезараження знаходяться бактерицидні УФ лампи.*
- *Для захисту від прямого контакту з водою УФ лампи поміщені в захисні трубки з прозорого кварцового скла, які.*
- *Камера знезараження оснащена системою датчиків, які контролюють інтенсивність УФ випромінювання, наявність води в камері знезараження та її температуру.*





Камера УФ знезараження

- Камера УФ знезараження призначена для УФ опромінення води, яка протікає через неї.
- Вона має циліндричний корпус, з боків якого знаходяться вхідний та вихідний патрубки.
- Всередині камери УФ знезараження знаходяться УФ лампи та (для УФ установок ВОДОГРАЙ – С) механізм очищення захисних кварцових трубок (чохлів) з ручним або автоматичним приводом.
- Для виключення безпосереднього контакту з водою і стабілізації її робочої температури УФ лампи розміщуються захисних трубках з прозорого кварцового скла.
- На корпусі камери УФ знезараження знаходяться датчики, які контролюють основні параметри роботи УФ установки та забезпечують безпеку її роботи.
- Корпус камери УФ знезараження виконується з якісної нержавіючої сталі.



Камера УФ знезараження з вбудованим механізмом очищення захисних кварцових трубок (чохлів)

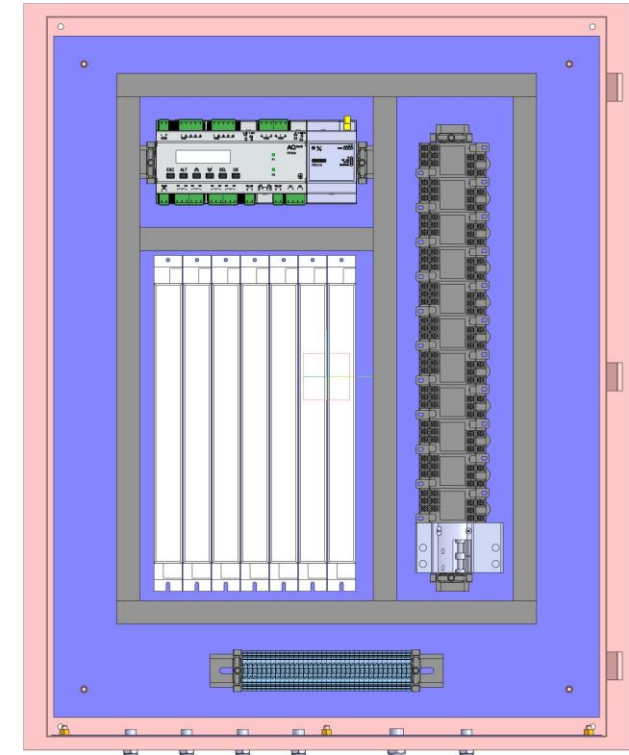


Блок управління

Блок управління призначений для керування знезаражуючою УФ установкою в автоматичному режимі.

Система управління забезпечує:

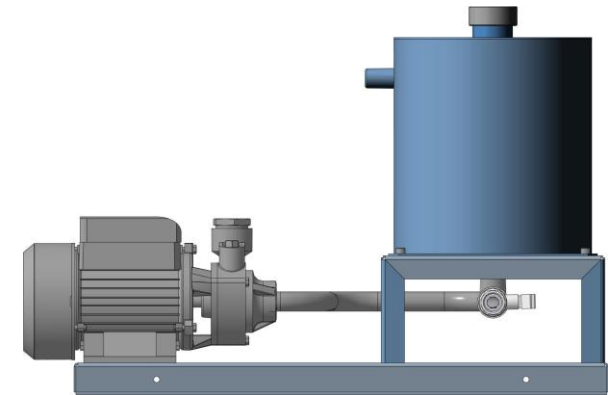
- контроль та керування роботою УФ ламп;*
- керування роботою системи очищення захисних кварцових трубок;*
- контроль ефективності УФ знезараження;*
- автоматичне запам'ятовування та збереження інформації про роботу знезаражуючої системи;*
- відображення робочої інформації на моніторі оператора (при наявності).*





Блок промивки

- Під час експлуатації установки УФ-зnezараження зовнішня поверхня захисних трубок забруднюється мінеральними та органічними речовинами, що суттєво знижує прозорість захисних трубок і знижує ефективність зnezараження води.
- Для відновлення прозорості захисних трубок УФ установки серії ВОДОГРАЙ оснащуються спеціальним блоком промивки.
- Очищення захисних трубок відбувається згідно встановленого регламенту, що забезпечує незмінно високу ефективність зnezараження води.





Система дистанційного управління

Установки УФ знезараження води серії ВОДОГРАЙ оснащуються сучасною системою дистанційного контролю яка забезпечує:

- контроль режимів роботи УФ ламп;*
- контроль процесу очищення захисних кварцових трубок;*
- контроль ефективності УФ знезараження;*
- автоматичне запам'ятовування та збереження інформації про роботу знезаражуючої УФ системи;*
- відображення робочої інформації на моніторі оператора.*

Система дистанційного контролю забезпечує передачу оперативної інформації про роботу установки УФ знезараження на комп'ютер, планшет або мобільний телефон оператора.





УФ установки корпусного типу ВОДОГРАЙ-В (WATERLIGHT W)

Серія установок УФ знезараження питної води ВОДОГРАЙ-В (WATERLIGHT W) включає в себе кілька моделей, які відрізняються потужністю, продуктивністю і типом бактерицидних УФ-ламп (<https://www.waterlight.pro/uf-znezarazhennya-vody/uf-znezarazhennya-vody/>).

№	Model	Q, m ³ /h	Power, kW	№	Model	Q, m ³ /h	Power, kW
1	ВОДОГРАЙ В1	1,1	0,02	7	ВОДОГРАЙ В50	54,6	0,60
2	ВОДОГРАЙ В5	4,8	0,05	8	ВОДОГРАЙ В75	80	0,8
3	ВОДОГРАЙ В7	7,0	0,08	9	ВОДОГРАЙ В100	125	1,2
4	ВОДОГРАЙ В10	14,4	0,12	10	ВОДОГРАЙ В150	150	2,0
5	ВОДОГРАЙ В20	24	0,20	11	ВОДОГРАЙ В200	200	2,3
6	ВОДОГРАЙ В30	31,2	0,25	12	ВОДОГРАЙ В350	375	2,5

Продуктивність Q вказана для знезараження питної води при $T_{10} = 85\%$ і значенні дози УФ-опромінювання $D = 450$ Дж/м² (45 мДж/см²), що забезпечує ефективне знищення бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Згідно стандартів NSF/ANSI 55-2002 та DIN 19294-1:2020-08 продуктивність європейських УФ установок вказується для більш чистої води з коефіцієнтом прозорості $T_{10} = 98\%$, що не забезпечує ефективного знезараження води яка не пройшла додаткове очищення на установках зворотного осмосу.



УФ установки корпусного типу ВОДОГРАЙ-С (WATERLIGHT WA)

Серія установок УФ знезараження питної води ВОДОГРАЙ-С (WATERLIGHT WA) включає в себе кілька моделей, які відрізняються потужністю, продуктивністю і типом бактерицидних УФ ламп. УФ установки оснащуються системою механічного очищення захисних кварцових трубок (чохлів).

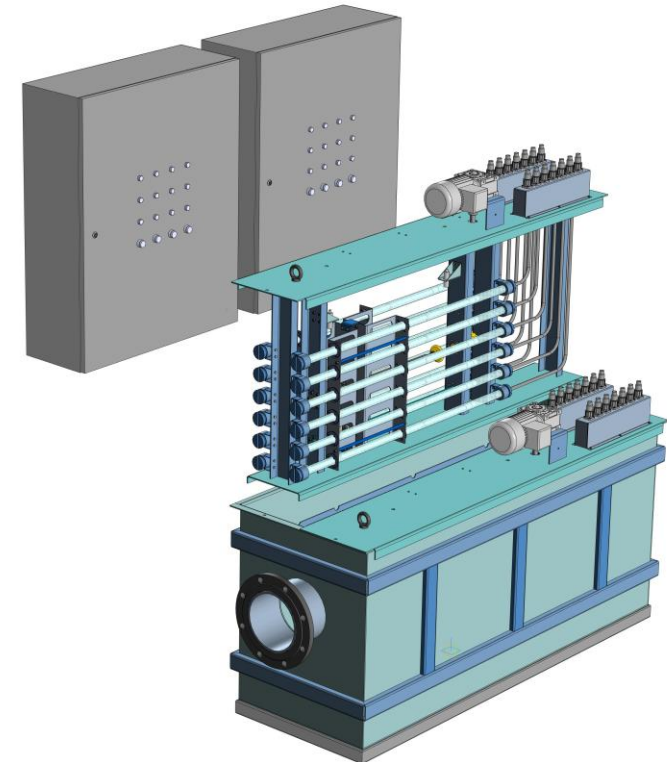
№	Model	Q, m ³ /h	Power, kW	№	Model	Q, m ³ /h	Power, kW
1	ВОДОГРАЙ В10С (WA10)	10	0,35	7	ВОДОГРАЙ В80С (WA80)	80	2,5
2	ВОДОГРАЙ В15С (WA15)	15	0,5	8	ВОДОГРАЙ В100С (WA100)	120	4,0
3	ВОДОГРАЙ В20С (WA20)	22,5	0,75	9	ВОДОГРАЙ В150С (WA150)	150	4,5
4	ВОДОГРАЙ В30С (WA30)	30	1,0	10	ВОДОГРАЙ В200С (WA200)	200	6,0
5	ВОДОГРАЙ В40С (WA40)	40	1,2	11	ВОДОГРАЙ В300С (WA300)	300	9,0
6	ВОДОГРАЙ В60С (WA60)	60	1,8	12	ВОДОГРАЙ В400 (WA400)	400	12,0

Продуктивність Q вказана для знезараження питної води при $T_{10} = 55\%$ і значенні дози УФ-опромінювання $D = 450$ Дж/м² (45 мДж/см²), що забезпечує ефективне знищення бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів.



УФ установки лоткового типа ВОДОГРАЙ В-СК (WATERLIGHT WB)

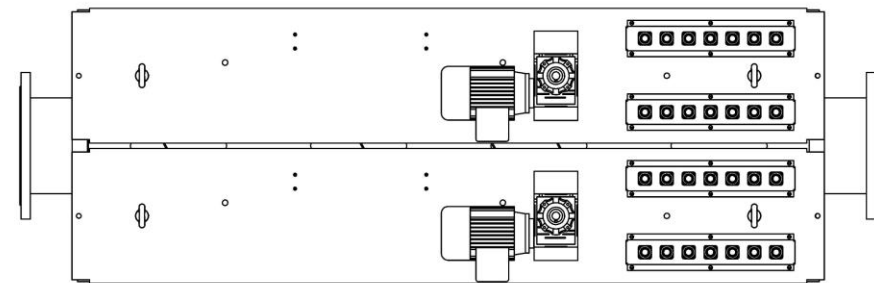
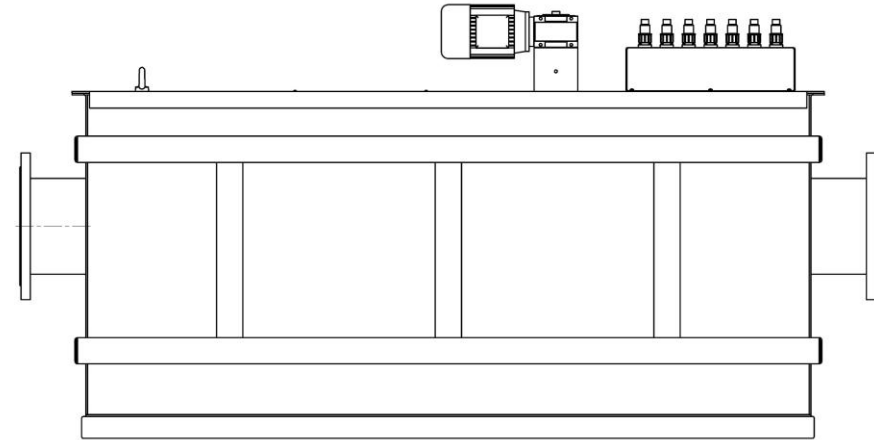
- Установки УФ знезараження стічних вод ВОДОГРАЙ В-СК (WATERLIGHT WB) відносяться до установок безнапірного типу, через які вода протікає самотіком.
- Установки цієї серії призначені для експлуатації у складі станцій біологічного або фізико-хімічного очищення стічних вод, а також на інших очисних спорудах.
- УФ установка складається з камери УФ знезараження та двох шаф управління, один з яких є ведучим.
- В середині камери УФ знезараження знаходяться дві знезаражуючі секції, в кожній з яких встановлено по 12 бактерицидних ламп.
- УФ лампи розміщені в захисних трубах з кварцового скла.
- Кожна знезаражуюча секція має свій автономний механізм очищення, який забезпечує очищення зовнішньої поверхні кварцових трубок.
- Механізм очищення працює в автономному режимі.
- Для проведення технічного обслуговування і заміни УФ ламп, знезаражуючі секції виймаються назовні (вгору). Таке компонування дозволяє розмістити УФ установку у умовах дефіциту площі і спрощує її технічне обслуговування.





Основні технічні характеристики УФ установки ВОДОГРАЙ В60СК

- Номінальна продуктивність – 60 м³/годину (16,67 л/с)
- Доза УФ опромінення – 50 мДж/см²;
- Коефіцієнт прозорості води $T_{10} = 60\%$;
- Кількість секцій УФ знезараження – 2 шт.;
- Кількість шаф управління – 2 шт.;
- Загальна кількість УФ ламп – 24 шт.
- Потужність у режимі знезараження – 2 кВт;
- Потужність електричного приводу механізму очищення – 0,25 кВт;
- Живлення – 400 В, 50 Гц.
- Об'єм води у камері УФ знезараження – 0,45 м³;
- Умовний діаметр патрубків – DN200;
- Розміри камери УФ знезараження: 1960 x 620 x 990 мм;
- Розміри шафи управління: 600 x 250 x 800 мм;
- Вага камери УФ знезараження (без води): 484 кг;
- Вага шафи управління: 38 кг;
- Вага однієї секції УФ знезараження – 125 кг;
- Загальна вага УФ установки (без води): 560 кг;
- Загальна вага УФ установки з водою: 1010 кг.





УФ установки лоткового типу ВОДОГРАЙ В-КС (WATERLIGHT WC)

- Установки УФ знезараження стічних вод ВОДОГРАЙ В-КС (WATERLIGHT WC) відносяться до установок безнапірного типу, через які вода протікає самотіком.
- Вони спеціально розроблені для знезараження нормативно очищених стічних вод із низьким вмістом завислих часток. Вони можуть використовуватися для знезараження очищених стічних вод невеликих селищ, окремих котеджів, готелів, амбулаторій, дитячих шкільних і дошкільних установ, автозаправних станцій тощо.
- Для досягнення нормативних мікробіологічних показників води ($< 1000 \text{ КОУ/дм}^3$) УФ установки ВОДОГРАЙ КС (WATERLIGHT WC) рекомендується встановлювати після систем біологічного очищення.
- УФ установка складається з камери УФ знезараження і блоку управління.
- Особливою рисою цього типу УФ установок є те, що бактерицидні лампи знаходяться над водою, а не у зануреному у воду стані. Таке розміщення УФ ламп значно спрощує експлуатацію установки.



Камера УФ знезараження установки
ВОДОГРАЙ В10КС-1080



Основні технічні характеристики УФ установок ВОДОГРАЙ В-КС

№	Параметр	Од. вим.	ВОДОГРАЙ В1КС-0415	ВОДОГРАЙ В3КС-0480	ВОДОГРАЙ В7КС-0680	ВОДОГРАЙ В10КС-1080
1	Номінальна продуктивність	м³/добу	25	75	195	325
2	Миттєва продуктивність	л/с	0.29	0,86	2,25	3,75
3	Кількість УФ ламп	шт.	4	4	6	10
4	Потужність	Вт	65	320	510	850
5	Живлення (50 Гц)	В	230	230	230	230
6	Розміри камери УФ знезараження	мм	800x560x300	1550x520x350	1550x750x350	1550x1020x350
7	Вага камери УФ знезараження	кг	27	35	67	95
9	Розміри блоку управління	мм	400x400x200	500x500x200	500x250x600	600x250x800
10	Вага блоку управління	кг	12	17	23	25

Продуктивність УФ установок вказана при прозорості води $T_{10} = 70\%$ і значенні дозу УФ опромінення 400 Дж/м².



Переваги

- *УФ установки серії ВОДОГРАЙ спеціально розроблені для знезараження питної води в умовах дефіциту хлору та інших дезінфектантів.*
- *Конструкційні рішення та висока потужність УФ-випромінювання забезпечують високу ефективність знезараження води з підвищеним рівнем мінералізації та заліза.*
- *УФ установки серії ВОДОГРАЙ призначені для роботи у автономному режимі. Вони здатні забезпечити високу ефективність знезараження води без постійного обслуговування.*





Відповідність

Установки УФ знезараження води ВОДОГРАЙ виготовляються з 1995 року згідно технічних умов ТУ У 28.29-40165568-002:2020). Вони відповідають:

- *Технічному регламенту низьковольтного електричного обладнання;*
- *Технічному регламенту з електромагнітної сумісності обладнання;*
- *Технічному регламенту обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні.*

Державним стандартам:

- *ДСТУ EN 60335-2-109:2016 (EN 60335-2-109:2010, IDT). Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 2-109. Додаткові вимоги до приладів оброблення води ультрафіолетовим випроміненням;*
- *ДСТУ EN 61140:2019 (EN 61140:2016, IDT; IEC 61140:2016, ЮТ). Захист від ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання;*
- *ДСТУ EN 61547:2016 від 07.12.2016 Електромагнітна сумісність. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до завадостійкості та іншим.*





Наш досвід

- На протязі трьох десятиріч ми спеціалізуємося на розробці високоефективних систем знезараження питних та стічних вод з використанням екологічно чистих УФ випромінювання та озону.
- Нашими науковцями та інженерами розроблено та впроваджено сотні систем УФ знезараження питної, шахтної та стічної води, серед яких найбільші в Україні станції УФ знезараження стічних вод, що працюють на очисних спорудах міста Кривий Ріг (з потужністю 35 000 та 50 000 м³/добу), системи знезараження шахтних вод (потужністю до 24 000 м³/добу) та багато інших.
- Установки серії ВОДОГРАЙ відзначені багатьма нагородами, серед яких нагорода у номінації «Технології чистої води», Диплом «Водогосподарський комплекс України» та інші.
- На сьогоднішній день ми працюємо над вдосконаленням систем УФ знезараження води серії ВОДОГРАЙ та над розробкою нових та ефективних систем для знезараження води озоном.
- Більш детальна інформація на сайті нашої компанії: <https://waterlight.pro>.



Фільтрувальна станція очищення води від антибіотиків VODOGRAY на молочній фермі LETANOVCE (Словаччина)

ТЕ, ЩО МИ РОБИМО СЬОГОДНІ, ВИЗНАЧАЄ НАШЕ МАЙБУТНЄ



ТОВ "ХАРКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ",

проспект Науки, 60, м. Харків, Україна, 61072, +380503236718, +380675760170,

e-mail: office@waterlight.pro, <https://waterlight.pro>, <https://uv-system.pro>