

Рисунок 3 Графіки для визначення ширини смуги зволоження за заданою глибиною зволоження для ґрунтів з різними значеннями НВ

За показаннями приладів поливи призначають за умови зниження тензіометричного тиску на будь-якій із спостережних глибин до відповідного передповерхового рівня агрокультури.

5.5 Демонтаж тензіометра з ґрунту. Транспортування і зберігання тензіометрів. Тензіометри з виробництва поставляються з невеликою кількістю води у корпусі і керамічному зонді після перевірки на герметичність. Тому перед експлуатацією прилади зберігають в сухих опалюваних приміщеннях з провітрюваннями. Після експлуатації тензіометри

виймають з ґрунту. Місце встановлення обережно обкопують до керамічного зонду, прилад витягують, беручи рукою за корпус. Отвір засипають ґрунтом і утрамбовують. Тензіометри очищають від ґрунту, з водної камери виливають воду, укладають в коробку для транспортування. У приміщенні керамічний зонд ретельно мийть м'якою щіткою, всі пластикові поверхні – мильним розчином. Для видалення з пор керамічного зонду механічних часточок ґрунту, солей, що відклалися в процесі експлуатації, керамічний зонд рекомендовано промивати: тензіометр встановлюють (підвішують) вертикально і заповнюють чистою водою, кульовий кран відкривають – вода під дією сили тяжіння буде просочуватися через пори зонду, промиваючи його. Після промивання керамічних зондів тензіометри висушують, укладають в упаковку на зимове зберігання. Після висушування невелика кількість води може залишатись у вакууметрі (в трубці Бурдона) протягом усього періоду зберігання.

УВАГА! ЗБЕРІГАЮТЬ ПРИЛАДИ В СУХИХ ОПАЛЮВАНИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ПРОВІТРЮВАННЯМ.

За необхідності тензіометри відправляють до лабораторії компанії AQUATEC для профілактичного обслуговування або ремонту на відновлення технічних характеристик.

Тензіометри перевозять в пакувальній коробці виробника або іншій пакувальній тарі з обов'язковим надіванням захисного футляру на керамічний зонд, **внутрішньотарним ущільненням** (фіксуванням) дрібним пінопластом або іншим ущільненням (пакувальним папером, поліетиленовою повітряно-бульбашковою плівкою, дерев'яною стружкою тощо) будь-яким видом транспорту, в опалюваних герметизованих відсіках, у відповідності з правилами перевезення вантажів. Обов'язково наноситься на упаковку позначка «**Обережно. Крихке**». Під час транспортування тензіометри не повинні зазнавати ударів та прямого впливу атмосферних опадів. У випадку пошкодження тензіометра не гарантуються його властивості, що наведені в пункті 4 цього паспорту.

6. Порівняння показів з робочим еталоном. За результатами порівняння показів з робочим еталоном (вакууметр деформаційний з умовного шкалою, призначений для вимірювання розрідження в лабораторних умовах) під час випуску з виробництва встановлено, що тензіометр AQUATEC придатний для вимірювання вологості ґрунту (тензіометричного тиску) в галузі агрономії (технології виробництва продукції рослинництва), у тому числі для садівництва та виноградарства, тепличного, лісового і садово-паркового господарств, і інших галузях, що стосуються будь-якої роботи (вимірювання) в ґрунті, для технології захисту навколишнього середовища, геологічної розвідки, наукових досліджень, для освітнього процесу. Після ремонту тензіометр підлягає позачерговому порівнянню показів з робочим еталоном. **Рекомендовано проводити порівняння (звірку) показів тензіометра 1 раз на рік (перед початком поливного сезону у зрошуваному землеробстві).**

7. Гарантійне обслуговування та сервісний ремонт за адресою: Озерна вулиця, 25, Новосілки, Київська обл., 03027, ел. пошта: info@aquatec.ua, тел. +38 096 776 32 50.

Компанія «АКВАТЕК» має право на внесення змін в дизайн, комплектацію, а також у технічні характеристики тензіометрів у процесі їх вдосконалення без додаткового повідомлення про ці зміни.

***** ГАРАНТІЙНИЙ ТАЛОН *****



Гарантійний термін становить 12 місяців від дати продажу.

Гарантійному ремонту не підлягають тензіометри, в яких не дотримані користувачем правила зберігання, транспортування, встановлення, експлуатації, що вказані в цій інструкції; мають місце механічні пошкодження контрольної пломби, водної камери, керамічного зонду, вимірника тиску тощо. Тільки заповнений гарантійний талон з датою продажу та відміткою продавця є підставою для реалізації права.

СВІДОЦТВО ПРО ПРОДАЖ / Тензіометр AQUATEC

Серія **AQUAMETER PRO**, модель **T LT** Дата виготовлення _____ 2026 р.
 № тензіометра **H5854** Дата продажу _____ 2026 р.
 (№ вакуумметра) **000** Підпис _____ м.п.

Озерна вулиця 25, Новосілки, Київська обл., 03027
 +38 096 776 32 50, +38 093 501 34 09, info@aquatec.ua, www.aquatec.ua
 Торгова марка **AQUATEC** використовується на основі ліцензії правовласника - **ФОП ПАВЕЛКІВСЬКИЙ О.В.**

ПАСПОРТ-ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОЛОГОМІРА ҐРУНТУ. ГАРАНТІЙНИЙ ТАЛОН
Тензіометр AQUATEC іригаційний, серія AQUAMETER PRO, модель T LT (механічний, low tension – для ґрунту і субстрату з невисоким всмоктуючим тиском)

Продукція **AQUATEC** запатентована (патент № 142286). Тензіометричний метод за ДСТУ ISO 11276

1. Опис, будова і технічні дані. Наявність достатньої кількості вологи у ґрунті – одна з найважливіших умов життєдіяльності рослин. Інформація про кількість вологи та її доступність потрібна для створення оптимальних водного і повітряного режимів кореневої системи агрокультури на зрошуваних землях.

Відомо, що всі фактори, які впливають на рослину (вітер, випаровування, фотосинтез, сонячне випромінювання, температура повітря тощо), конвертуються в активність кореневої системи, а саме в інтенсивність усмоктування нею вологи з ґрунту. Ще на початку минулого століття почалося формування вченими поняття потенціалу вологи і вивчення енергетичної взаємодії ґрунту з довір'ям, та винайдення приладу для вимірювання сили утримання вологи ненасиченим ґрунтом – тензіометра. Водоутримувальна здатність ґрунту визначає доступність для коренів рослин вологи як основного агента живлення, завдяки посередництву якого споживаються всі водорозчинні сполуки. Доступність для рослин вологи може бути ототожнена з доступністю складових живлення з ґрунту.

Сьогодні тензіометри застосовують для контролю вологозапасів на зрошуваних землях із різним ґрунтовым покривом: від субстрату, піщаного і суглинкового, до суглинкового і глинистого незалежно від глибини залягання ґрунтових вод, способу і техніки поливу, а також виду агрокультур, у вегетаційний період вирощування. Як одиниця вимірювання тензіометричного тиску **-P_s** використовуються кілоПаскалі (**кПа**).

Тензіометри **AQUATEC** мають спеціальну конструкцію керамічного зонду з відповідним розміром пор, який виготовлений з високоякісних інертних матеріалів, надійність якого забезпечується системою контролю якості компанії «АКВАТЕК». Мікропористий керамічний зонд характеризується тиском барботування та водопроникністю. Барботування – проникнення повітря через пори зонда, визначає діапазон вимірювання тензіометричного тиску – інтервал, в якому може працювати тензіометр, а водопроникність – швидкість встановлення рівноваги між тиском всередині тензіометра і тиском вологи в ґрунті.

Тензіометр **AQUAMETER PRO** моделі **T** містить два основні компоненти: **1 - керамічний зонд**, вбудований у жорстку полівінілхлоридну (ПВХ) трубу з гумовою прокладкою і різьбовою муфтою на її кінці. Таке виготовлення керамічного зонда з трубою, що викручується, передбачає можливість його зняття для швидкої заміни у разі пошкодження або для зміни робочої глибини встановлення тензіометра; **2 – корпус (ПВХ)**, який містить вимірник тиску – механічний вакууметр із кольоровою шкалою і захисним гумовим чохлам (кожухом), оглядову ділянку, яка виготовлена з ПВХ прозорої труби для візуального контролю руху вакууму і необхідності дозавправлення приладу **чистою водою***, і кульовий кран-засувку із кришкою для дозавправлення приладу (рис. 1). Кольорова інтуїтивно зрозуміла шкала вакуумметра відображає інтервали потенціалу ґрунтової вологи для різних типів ґрунту. У зібраному стані компоненти тензіометра **герметично з'єднані** у вакуумну систему.

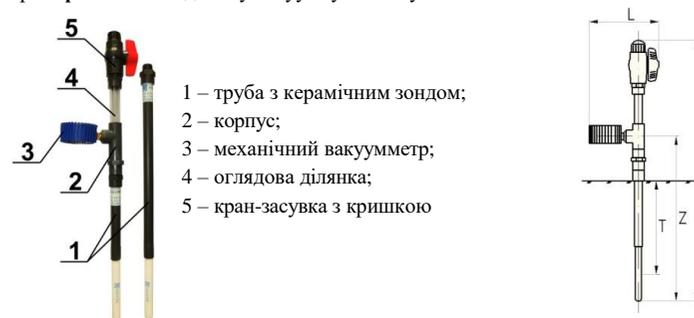


Рисунок 1 Тензіометр **AQUATEC** іригаційний, серія **AQUAMETER PRO**, модель **T LT**

*Чиста вода – дистильована, деаерована, тобто прокип'ячена, та охолоджена вода.

Керамічний зонд довжиною робочої частини 10 см, діаметром 18 мм, товщиною стінки 2 мм. Труба ПВХ довжиною до 100 см, діаметром 20 мм, товщиною стінки 1,5 мм. Водна камера приладу – внутрішній простір тензіометра – починається з керамічного зонду і закінчується кульовим краном.

Тензіометри мають маркування (модифікацію). Т20 – тензіометр з робочою глибиною встановлення $T=20$ см – відстань від поверхні ґрунту до середини керамічного зонду (рис. 1); Т30 – тензіометр з робочою глибиною встановлення $T=30$ см. І далі через 10 см до $T=100$ см та більше (за індивідуальним замовленням).

Вимірювач тиску – механічний вакуумметр класу точності 1,0. Діаметр корпусу 63 мм, різьба штуцера М12 х 1,5 або G 1/4", одиниця вимірювання кПа (кПа) або бар (bar). Робочий діапазон вакуумметра від 0 до -60 кПа (від 0 до -0,6 бар). Ціна одиниці найменшої поділки 1 кПа (0,01 бар).

Увага! Рекомендований інтервал тиску роботи тензіометра становить від 0 до -50 кПа, що відповідає від ПВ до 70 % НВ (ПВ – повна вологомісткість ґрунту; НВ – найменша (польова) вологомісткість ґрунту). Експлуатація тензіометра при значеннях розрідження більше -50 кПа може призвести до деформації (значного пошкодження) чувливого елемента вакуумметра – трубки Бурдона. Ознакою такої деформації може бути обмежене пересування стрілки вакуумметра або умовне зміщення позначки «0».

Габаритні розміри приладу: висота H становить від 50 до 130 см і більше, ширина $L=16$ см (рис. 1). Маса тензіометра без води залежно від довжини становить від 0,38 до 0,46 кг.

2. Комплектисткість, маркування. Комплект постачання тензіометра містить: 1) тензіометр AQUAMETER PRO, модель LT, модифікація згідно з замовленням – 1 шт. Посталяється у розібраному стані з двох компонентів; 2) поліетиленовий чохол з вбирачем зайвої вологи у мішечку (для вакуумметра) – 1 комплект; 3) паспорт-інструкція, гарантійний талон – 1 шт.; 4) пакувальна тара – 1 комплект.

На корпусі тензіометра нанесено модель і модифікацію, встановлено контрольну пломбу із серійним номером.

3. Основні переваги тензіометрів:

- прості за конструкцією і доступні для виробничого використання приладу;
- вимірюють капілярний потенціал ґрунтової вологи – прямий показник її доступності для рослин;
- тензіометри дають можливість швидко і точно визначати строки та норми поливів агрокультур;
- після модернізації приладу застосовують у сучасних системах онлайн моніторингу;
- низькі затрати праці під час управління водним режимом ґрунту;
- висока надійність та динамічність.

4. Принцип дії тензіометра. Принцип дії тензіометра заснований на властивості керамічного зонду пропускати ґрунтову воду і не пропускати повітря до тиску барботування. В умовах взаємодії ненасиченого вологою ґрунту із стінками керамічного зонду, пори якого насичені водою, вода з водної камери приладу під дією капілярно-сорбційних сил переміщується до ґрунту. Під час збільшення вмісту вологи в ґрунті (атмосферні опади, іригаційні поливи) волога з ґрунту навпаки надходить до водної камери приладу. Водночас стрілка вакуумметра пересувається у напрямку «0». Максимальний вміст вологи у ґрунті за повної вологомісткості (ПВ) відповідає величині тензіометричного тиску $P_s=0$. Зі зменшенням вмісту вологи від'ємний тиск (розрідження) збільшується $-P_s<0$. У стані рівноваги потенціал води всередині тензіометра (показання вакуумметра) дорівнює сумі матричного потенціалу – тензіометричного тиску ґрунту і висоти водяного стовпа приладу – Z (рис. 1). У практичних вимірюваннях значення Z не враховують через її незначний вплив.



В таблиці наведено зв'язок між величиною тензіометричного тиску і вологістю ґрунту для різних типів ґрунту за гранулометричним складом.

Таблиця Тензіометричний тиск залежно від вологості ґрунту

Тип ґрунту	Вологість ґрунту (W), % НВ						
	100	95	90	85	80	75	70
Субстрат	-4	-6	-8	-11	-15	-21	-30
Піщаний, супіщаний	-6	-8	-11	-15	-20	-29	-42
Легкоуглинистий	-8	-12	-16	-20	-26	-37	-49

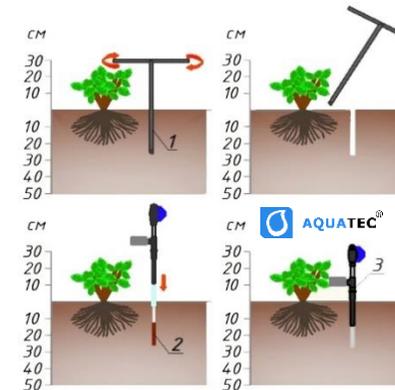
5. Вказівки до експлуатації. Нормальна робота тензіометрів можлива тільки в тому випадку, якщо їх встановлення проведено відповідно до розділу 5.2 цієї інструкції. Під час знімання показань з тензіометрів слід керуватися інструкціями, наведеними в розділі 4. Умови експлуатації тензіометрів: температура навколишнього повітря від 5 до 40 °С; відносна вологість повітря до 90 %; навіть при короткочасній температурі нижче 0 °С вимірювачі тиску приладів пошкоджуються. При експлуатації необхідно перевіряти, щоб місця встановлення тензіометрів були захищені від прямого попадання води під час поливів або опадів безпосередньо до отворів, протирати їх від бруду, пилу. На ділянці зрошення тензіометри позначають прапорцем яскравого кольору, щоб не пошкодити їх під час механічного обробітку ґрунту і догляду за рослинами. Надземну частину приладів закривають чохлами для захисту від прямого сонячного випромінювання. Якщо на ділянці можлива поява польових гризунів, які можуть пошкодити тензіометр, встановлюють сітчасту огорожу. Коректні показання зчитуються рано вранці або ввечері, коли зменшується вплив коливань температури повітря.

5.1 Підготовка тензіометра до роботи. Тензіометр збирають. Трубу з керамічним зондом з'єднують з корпусом – вкручують з середньою силою до упору, затискаючи гумову прокладку для досягнення герметичності приладу. Із мікропористого керамічного зонду знімають захисний футляр (синього кольору). Зонд не можна торкатися руками!

Далі проводять зовнішній огляд приладу. Перевіряють його комплектисткість; відсутність механічних пошкоджень, особливо керамічного зонду; чіткість маркування. На вакуумметр надівають поліетиленовий чохол з вбирачем зайвої вологи, затягують хомутом. Незаповнений тензіометр опускають у ємкість (відро) з чистою водою на висоту керамічного зонду на 12 годин. Кран відкривають, кришку знімають.

За необхідності проводять перевірку тензіометра на герметичність у режимі випаровування у приміщенні або на відкритому повітрі при температурі не нижче 20 °С і відносній вологості не вище 80 %.

Для перевірки необхідно: 1) вийняти тензіометр з ємкості і заповнити водну камеру чистою водою з температурою не вище 30-40 °С, кран закрити; 2) установити (підвісити) прилад вертикально і спостерігати за рухом стрілки шкали вакуумметра. Коли стрілка досягне позначки 45-50 -кПа, що свідчить про придатність тензіометра до роботи, перевірку необхідно завершити, відкривши кульовий кран тензіометра. Зверніть увагу, перевірку тензіометра проводять тільки в інтервалі робочого тиску тензіометра (див. п. 1).



Зібрані, перевірені та підготовлені до роботи тензіометри перед встановленням у ґрунт опускають у ємкість з чистою водою на висоту керамічного зонду. Кран-засувку відкривають. Витримують в такому положенні 1-2 години. Це необхідно для дозоповнення пор керамічного зонда водою, яка витрачена на випаровування під час перевірки на герметичність.

5.2 Встановлення тензіометра у ґрунт. Для встановлення тензіометра пробурюють отвір в ґрунті ручним буром діаметром 20-22 мм, не ущільнюючи і не розпушуючи його стінки (!). Необхідну глибину розраховують від поверхні ґрунту до краю керамічного зонду тензіометра (рис. 2). Слід враховувати, що максимальна товщина шару ґрунту, в якому може достовірно працювати керамічний зонд, становить 25 см (див. розділ 5.4).

Рисунок 2 Рекомендована схема встановлення тензіометра в ґрунті: 1 – ручний бур; 2 – ґрунтова паста; 3 – тензіометр AQUAMETER PRO, модель LT

Із ґрунту, взятого безпосередньо в місці буріння отвору, готують ґрунтову пасту (200-300 мл) – змішують ґрунт з водою, якою змазують керамічний зонд тензіометра. Частину пасту (100-150 мл) заливають в отвір для забезпечення надійного контакту стінок зонда із ґрунтом. В отвір встановлюють тензіометр, а вільний затрубний простір ущільнюють ґрунтом. Тензіометр заповнюють чистою водою, після чого закривають кульовий кран, надівають кришку. Перший раз знімати показання можна не раніше, ніж через добу.

5.3 Дозаправлення (перезаправлення) тензіометрів водою. У результаті дифузії повітря через пори керамічного зонду, а також у випадку прориву вакууму через висушування ґрунту за несвоєчасних поливів, у водній камері тензіометра може накопичуватися повітря, наявність якого впливає на точність вимірювання капілярного потенціалу ґрунтової вологи. Про прорив вакууму буде свідчити встановлення стрілки вакуумметра на «0». З метою підвищення надійності роботи, динамічності та точності отримання інформації необхідно 2-3 рази на місяць проводити профілактичне дозаправлення тензіометрів чистою водою безпосередньо у полі, після поливу, при значеннях тензіометричного тиску від 0 до -10 кПа. Не витягуючи тензіометра з ґрунту знімають кришку, відкривають кульовий кран. Водну камеру заповнюють чистою водою, після чого закривають кульовий кран, надівають кришку. Знімати показання тензіометрів після дозаправлення (перезаправлення) водою необхідно через добу.

5.4 Розміщення тензіометрів на площі зрошення. Місця встановлення тензіометрів обирають, виходячи з однорідності ґрунтового покриву і заданої точності отримання інформації щодо вологості ґрунту. Зазвичай використовують по одному, по два чи по три прилади в одній станції – точці контролю вологості ґрунту. Кількість і глибина встановлення тензіометрів в кожній точці залежать від потужності кореневої системи шару, де впроваджується контролювання вологомісту, та способу і техніки поливу.

Тензіометричні станції встановлюють у репрезентативних місцях поля або окремої ділянки зрошення. Зазвичай перший прилад треба встановити на глибину, що дорівнює 1/4 потужності кореневої системи рослин, а другий – на глибину 3/4 цієї потужності. Інший варіант: керуватися принципом розміщення одного тензіометра на кожні 20 см кореневої системи шару ґрунту. За малопотужної кореневої системи (до 20-30 см) достатньо встановити один тензіометр на глибині 15-20 см від поверхні ґрунту.

За краплинного зрошення тензіометричні станції встановлюють у типових для ділянки умовах на відстані 10-30 см від рослини. Як правило, кореневий шар ґрунту зволожують суцільною смугою вздовж ряду рослин на глибину, яку встановлюють з урахуванням виду культури, її віку, схеми посадки або висіву, розміщення поливних трубопроводів. Ширина зони зволоження формується залежно від її глибини та водно-фізичних властивостей ґрунту (рис. 3).