

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

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

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 провітрюванням. Після експлуатації тензіометри виймають з ґрунту. Кабель електронного перетворювача тиску від'єднують від контролера збору даних. Місце встановлення обережно обкопують до керамічного зонду, прилад витягують, беручи рукою за корпус. Вентиляційний клапан вакуумметра переводять у положення «CLOSE». Отвір засипають ґрунтом і утрамбовують. Тензіометри очищають від ґрунту, з водної камери виливають воду, укладають в коробку для транспортування. У приміщенні керамічний зонд ретельно мийуть 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 (підв'язують) 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 залишатися у вакуумметрі (трубці Бурдона) і в електронному перетворювачі протягом усього періоду зберігання.

УВАГА! ЗБЕРІГАЮТЬ ПРИЛАДИ В СУХИХ ОПАЛЮВАНИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ПРОВІТРЮВАННЯМ.

За необхідності тензіометри відправляють до лабораторії компанії AQUATEC для технічного обслуговування або ремонту на відновлення 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 робочими еталонами (вакуумметр деформацийний з умовною шкалою, призначений для вимірювання розрідження в лабораторних умовах та лабораторний електронний аналоговий перетворювач тиску) 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 галузей, що стосуються будь-якої роботи (вимірювання) в ґрунті, для технологій 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, вимірювача 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 **TMA GL B MA** Дата виготовлення _____ 2026 р.

№ тензіометра **H40202** Дата продажу _____ 2026 р.

(№ вимірювача) _____ Підпис _____

МП



Озерна вулиця 25, Новосілки, Київська обл., 03027
+38 096 776 32 50, +38 093 501 34 09, info@aquatec.ua, www.aquatec.ua

ПАСПОРТ-ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОЛОГОМІРА ҐРУНТУ. ГАРАНТІЙНИЙ ТАЛОН Тензіометр AQUATEC іригаційний, серія AQUAMETER PRO, модель TMA GL (B/MA) (з електронним аналоговим датчиком та механічним гліцериновим вакуумметром)

Торгова марка **AQUATEC** використовується на основі ліцензії правовласника - **ФОП ПАВЕЛКІВСЬКИЙ О.В.** 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 агрокультур 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 довідками, 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 ґрунтовим покривом: від субстрату, піщаного і супіщаного, до суглинистого і глинистого незалежно від глибини залягання ґрунтових вод, способу і техніки поливу, а також виду агрокультур, у вегетаційний період вирощування. Як одиниці вимірювання тензіометричного тиску **-P_z** 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 TMA (B/MA) 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 знімання для швидкої заміни у разі пошкодження або для зміни робочої глибини встановлення тензіометра. **2 – корпус (ПВХ)**, який містить основний і допоміжний вимірювачі тиску: електронний аналоговий перетворювач тиску (датчик) і механічний гліцериновий вакуумметр; оглядову ділянку (віконце), яка виготовлена з ПВХ прозорої труби для візуального контролювання руху вакууму і необхідності дозавправлення приладу **чистою водою*** і кульовий кран-засувку для зручного періодичного дозавправлення із захисною кришкою від потрапляння до тензіометра бруду і пилу (рис. 1). У зібраному стані компоненти тензіометра **герметично** з'єднані у вакуумну систему.



- 1 – кришка;
- 2 – оглядове віконце;
- 3 – гліцериновий вакуумметр;
- 4 – вентиляційний клапан вакуумметра;
- 5 – електронний перетворювач тиску;
- 6 – головна частина корпусу;
- 7 – трубка з керамічним зондом

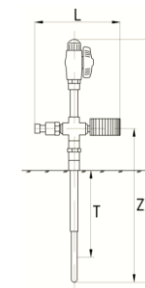


Рисунок 1 Тензіометр AQUATEC іригаційний, серія AQUAMETER PRO, модель TMA GL

*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 краном. Тензіометри мають маркування (модифікацію): TMA20 – тензіометр з робочою глибиною встановлення T=20 см – відстань від поверхні ґрунту до середини керамічного зонду тензіометра (рис. 1); TMA30 – тензіометр з робочою глибиною встановлення T=30 см. І далі через 10 см до T=100 см та більше (за індивідуальним замовленням).

Основний вимірювач тиску – електронний аналоговий перетворювач класу точності 0,5 (±0,5 % макс.), сигнал датчика 0,5-4,5 В, живлення 5 В, або сигнал 4-20 mA, живлення 12 В; різьба штуцера NPT 1/8", робочий діапазон датчика від -100 до 0 кПа.

Допоміжний вимірювач тиску – механічний гліцериновий вакуумметр класу точності 2,5 або 1,6. Корпус вакуумметра виготовлений із нержавіючої сталі - є ударостійким, термостійким, зносо- і корозостійким. Діаметр корпусу 60 мм, різьба штуцера M 12x1,5 або G 1/4", одиниця вимірювання кПа (kPa) або бар (bar). Робочий діапазон датчика від 0 до -100 кПа (від 0 до -1,0 бар). Ціна одиниці найменшої поділки 1 кПа (0,01 бар) або 2 кПа.

УВАГА! Рекомендований інтервал тиску роботи тензіометра **від -80 до 0 кПа**, що відповідає **від 60-65 % НВ до ПВ** (НВ – найменша (польова) вологомісткість ґрунту; ПВ – повна вологомісткість ґрунту). Експлуатація тензіометра при значеннях розрідження більше -80 кПа може призвести до деформації (значного пошкодження) чутливого 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**=19 см (рис. 1). Маса тензіометра без води залежно від довжини становить від 0,41 до 0,53 кг.

2. Комплектність, маркування. Комплект постачання тензіометра містить: 1) тензіометр AQUAMETER PRO, модель TMA GL, модифікація згідно з замовленням – 1 шт. Поставляється у розібраному стані з двох компонентів; 2) кабель підключення, прозорий чохол і теплозахисний рукав (для датчика) – 1 комплект; 3) паспорт-інструкція, гарантійний талон – 1 шт.; 4) пакувальна тара – 1 комплект.

На корпусі тензіометра нанесено модель і модифікацію, встановлено контрольну plombу 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 дистанційно і точно визначати строки та норми поливів агрокультур;
- прилади застосовують у сучасних системах онлайн моніторингу;
- низькі затрати праці під час управління водним режимом ґрунту;
- висока надійність та динамічність.

4. Принцип дії. 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) вологи з ґрунту навпаки надходить до водної камери приладу. Водночас стрілка вакуумметра пересувається у напрямку «!». 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 вимірювача тиску) 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 грануло-метричним складом.

Тип ґрунту	Вологість ґрунту (W), % НВ							
	100	95	90	85	80	75	70	65
Тензіометричний тиск (-P _s), кПа								
Субстрат	-4	-6	-8	-11	-15	-21	-30	-43
Піщаний, супіщаний	-6	-8	-11	-15	-20	-29	-42	-56
Легкосуглинковий	-8	-12	-16	-20	-26	-37	-49	-65
Середньосуглинковий	-11	-16	-21	-26	-33	-44	-58	-77
Важкосуглинковий	-13	-18	-25	-32	-41	-54	-72	-95

Таблиця Тензіометричний тиск залежно від вологості ґрунту

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 50 °С**; відносна вологість повітря до 90 %. Навіть при короткочасній температурі нижче 0 °С датчики пошкоджуються. При експлуатації необхідно перевіряти, щоб місяця 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 чохлам 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 після шостої вечора, 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 комплектність; відсутність механічних пошкоджень, особливо керамічного зонду; чіткість маркування. 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, перевести вентиляційний клапан вакуумметра у робоче положення «OPEN» і спостерігати за рухом стрілки шкали вакуумметра. Відхилення стрілки вакуумметра **на величину 65-80 -кПа протягом доби** свідчить про придатність тензіометра до роботи.

Зібрані, перевірені та підготовлені до роботи тензіометри перед встановленням у ґрунт опускають у ємкість з чистою водою на висоту керамічного зонду. Кран-засувку відкривають. Кран-засувку відкривають. Вентиляційний клапан переводять у транспортувальне положення «CLOSE». Витримують в такому положенні 1-2 години. Це необхідно для дозаповнення 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 ушільнюючи 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 тензіометра становить 25 см (див. розд. 5.4).

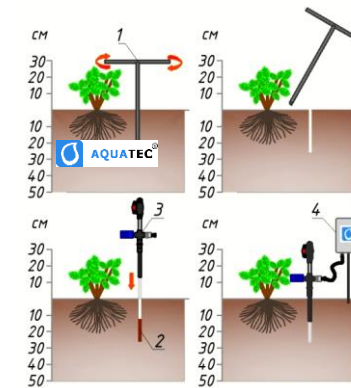


Рисунок 2 Рекомендована схема встановлення тензіометра в ґрунт: 1 – ручний бур; 2 – ґрунтова паста; 3 – тензіометр AQUAMETER PRO, модель TMA GL; 4 – контролер збору і передачі даних на сервер

Із ґрунту, взятого безпосередньо в місці буріння отвору, готують ґрунтову пасту (200-300 мл) – змішують ґрунт з водою, якою змочують керамічний зонд тензіометра. Частину пасту (100-150 мл) заливають в отвір для забезпечення надійного контакту стінок зонда із ґрунтом. В отвір вертикально встановлюють тензіометр, а вільний затрубний простір ушільнюють ґрунтом. Вентиляційний клапан переводять у положення «OPEN». Тензіометр заповнюють чистою водою, після чого закривають кульовий кран, надівають кришку на кран, прозорий чохол і теплозахисний рукав на датчик. Підключають до контролера збору і передачі даних. Перший раз коректні показання можна отримувати не раніше, ніж через добу після встановлення тензіометрів.

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 «!». 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 відкривають кульовий кран, знімають кришку. 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 кореневмісного шару, де впроваджується контролювання вологовмісту, 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 кореневмісного 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 умовах на відстані 10-30 см від рослин. 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).