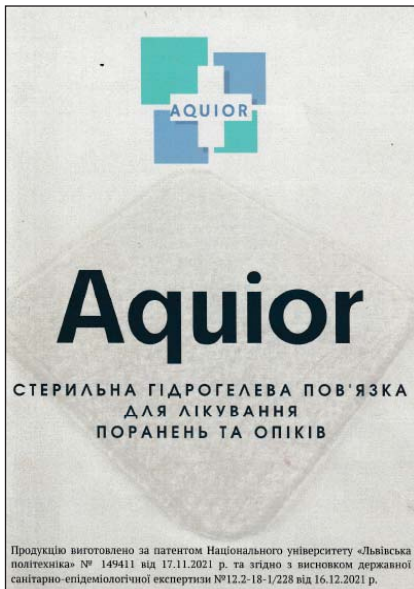


# НАУКОВІ РОЗРОБКИ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

## Гідрогелеві пов'язки Aquior



## Про виріб

**Г**ідрогелеві засоби медичного призначення «Aquiog» розроблені на кафедрі органічної хімії Національного університету «Львівська політехніка». Виготовляються ці засоби на основі природного полімеру альгінату натрію, що виділяється з бурих водоростей. Альгінат натрію широко використовується в харчовій промисловості. На базі університету створено напівпромислову установку з виробництва цих засобів потужністю 8–12 тисячі дм<sup>2</sup> в місяць з можливістю розширення до 25-КЗО тисяч дм<sup>2</sup> в місяць.

Були проведені доклінічні випробовування та отримано відповідні документи. Отримання висновків по доклінічних випробовуваннях дозволило в військовий час налагодити поставки значних дослідно-промислових партій в госпіталі, лікарні, опікові центри де проводиться лікування поранених на фронті, а також були налагоджено поставки засобів безпосередньо в військові частини безпосередньо військовим парамедикам, а також в комплектах аптечек та тактичних рюкзаків парамедиків. Значна кількість поставок здійснювалась через волонтерські центри.

Від початку війни до цього часу було поставлено понад 100 000 шт. гідрогелевих виробів для потреб фронту.

### Асортимент гідрогелевих засобів «Aquiog» та їх використання.

Розробка даних виробів проводилась для гуманної медицини в умовах мирного часу. Тому на початку війни асортимент складався з пов'язок мирного призначення. В мирний час дані вироби використовуються як засоби прискорення загоєння післяопераційних ран, складних рваних ран, а також ран, що важко загоюються (зокрема трофічних, ран «діабетичної» стопи).

Передбачалось їх використання для лікування опікових ран. Тому був розроблений асортимент мирного часу. Це 100×100х<sup>3</sup>, 100×100х<sup>2</sup>, 100×80х<sup>3</sup>, 100×80х<sup>2</sup>, 80×60х<sup>2</sup>. Крім того, було розроблено ряд бактерицидних гідрогелевих пов'язок цього розміру.



**Володимир Самарик**

доктор хім. наук, професор,  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
м. Львів

На фронті пов'язки в основному використовуються для лікування опікових ран різного ступеню. Крім того, самі парамедики виявили, що дані пов'язки спроможні лікувати таке специфічне захворювання, як «траншейна стопа». В прифронтових лікувальних закладах вироби використовуються для лікування опіків різного ступеню, при операціях пересадки шкіри, для загоєння важких ран.

За рекомендаціями парамедиків, лікарів та хірургів асортимент був розширений. Тепер випускаються дослідно-промислові партії зі збільшеним розміром. Зокрема 100×500х<sup>3</sup>, 200×180х<sup>3</sup>, 200×150х<sup>3</sup>, 150×100х<sup>3</sup>.

Вагомим досягненням можна вважати виробництво гідрогелевого покривала розміром 1000×400х<sup>3</sup> (армоване) та лицьової маски. Ці засоби використовуються для надання невідкладної допомоги при масових опіках та опіках обличчя.

Слід також відмітити, що за відгуками парамедиків, гідрогелеві лікувальні пов'язки «Aquiog» **виявились** ефективними при лікуванні опіків, спричинених фосфоровмісними запалювальними боеприпасами.

### Переваги гідрогелевих лікувальних пов'язок «Aquiog»

Гідрогелеві лікувальні пов'язки забезпечують прогресивний метод вологого загоєння ран, який, починаючи з кінця минулого століття, активно поширюється в країнах з розвинутою системою медичних послуг. В Україні цей метод лише починають застосовувати. Вологе загоєння ран має ряд переваг перед традиційним методом. Всі ці переваги реалізують гідрогелеві лікувальні пов'язки «Aquiog». Але на даний час розроблені пов'язки мають ще одну вагомую перевагу, а саме вони **виготовляються з природної сировини**. Переважна більшість гідрогелевих пов'язок виготовляються на основі синтетичних полімерів. Технологічно синтетичні полімери вміщують залишкові мономери. Доволі часто останні викликають алергічні реакції та подразнення в пацієнтів. Виготовлення гідрогелевих засобів з полімерів природного походження повністю позбавлене цього недоліку при збереженні всіх інших властивостей.

## Опис розробок гідрогелевих матеріалів медичного призначення

Розробкою та виробництвом гідрогелевих матеріалів займається наукова група Національного університету «Львівська політехніка», яка складається з 12 хіміків-дослідників (в тому числі 2 доктора хімічних наук, 1 доктор технічних наук, 3 наукових працівника та 6 студентів та магістрантів). Основні напрямки діяльності наукової групи спрямовані на:

- виготовлення дослідно-промислових партій гідрогелевих лікувальних пов'язок «Aquiog» та безоплатного їх розповсюдження по госпіталях, опікових центрах та військових підрозділах;
- розширення асортименту гідрогелевих лікувальних засобів для потреб військово-польової медицини та медицини катастроф;
- удосконалення технологічного процесу виготовлення гідрогелевих лікувальних засобів на основі полімерів природного походження;
- створення нових гідрогелевих матеріалів для розробки високоефективних гідрогелевих лікувальних засобів.

В 2021 році науковою групою було створено пілотну установку для виготовлення обмеженої кількості дослідно-промислових партій гідрогелевих лікувальних пов'язок «Aquiog» і для проведення випробовувань технологічного процесу, маркетингових досліджень та проведення клінічних випробовувань. На початку 2022 року ця пілотна установка була введена в експлуатацію. В лютому місяці, з початком агресії московії проти України, пілотна установка була в авральному режимі переобладнана в напівпромислову з залученням працівників наукової групи та студентів ІХХТ НУ «Львівська політехніка», був налагоджений випуск партій гідрогелевих лікувальних засобів для потреб фронту. За цей рік було поставлено біля 100 тисяч гідрогелевих пов'язок в 20 областей України, і не менше чим у 32 міста. Постачання проводилось безпосередньо в військові частини (фронтовим парамедикам) і госпіталі, прифронтові лікарні та опікові центри де проводились лікування поранених бійців. Безпосередньо на передовій ці засоби використовували для надання невідкладної допомоги та лікування опікових поранень та лікування специфічної хвороби, яка відома під назвою «траншейна стопа». В стаціонарних умовах вона використовувалась для лікування опікових уражень та в якості післяопераційних пов'язок для прискорення загоєння складних ран. Для прикладу, тільки у першому кварталі 2023 року, колектив відправив у зону бойових дій та госпіталі (на безоплатній основі) 20 тисяч дм гідрогелевих засобів «Aquiog».

Гідрогелеві пов'язки розроблялись як засоби гуманної медицини для використання в мирний час. З огляду на це була розроблена лінійка розмірів цих гідрогелевих засобів з максимальним розміром 100×100 мм. Досвід їх використання в умовах воєнного часу показав, що такі розміри є недостатніми. Тому ця лінійка була доповнена більшими розмірами: 100×150, 150×200, 200×200 мм. Технологічно сам процес виготовлення асортименту цих гідрогелевих пов'язок не вимагав особливих змін, крім змін на стадії пакування та стерилізації виробів. У першому кварталі 2023 року було налагоджено виробництво цих виробів та почались їх поставки в військові частини та прифронтові лікувальні заклади. Також в цей же період за рекомендаціями пара-

медиків та військових хірургів, було налагоджено виробництво гідрогелевих бинтів «Aquiog». По своїй суті це така ж гідрогелева лікувальна пов'язка, але виконана з розміри 100×500 мм (рис.1).

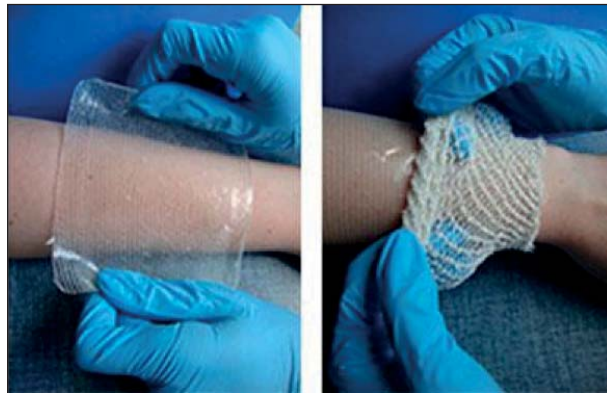


Рис. 1. Зовнішній вигляд гідрогелевого бинта «Aquiog» (фото ліворуч) та його фіксація на руці (фото праворуч)

Крім того, за рекомендаціями парамедиків було розроблена гідрогелева маска для надання невідкладної допомоги при опіках обличчя. Оптимізовано процес геометричної форми маски при її використанні на обличчі людини. Використання цих масок виявилось ефективним при наданні невідкладної допомоги бійцям, які отримали опікові ураження лица при покиданні підпаленої бронетехніки, а також для працівників МЧС та мирного населення в ході масових пожеж, спричинених бойовими діями. На даний час налагоджено виробництво дослідно-промислових партій цих масок і вони поступають на передову в тактичні рюкзаки парамедиків та частини МЧС. Виникає нагальна потреба в розширенні їх виробництва. На рис. 2 подано загальний вигляд упаковок виробу різном розмірів і призначень.



Рис. 2. Зовнішній вигляд упаковок Aquiog (Аквиор) різних розмірів і призначень

Освоєння виробництва гідрогелевих лікувальних пов'язок більшого розміру, бинтів та масок показало, що досягнуті розміри уже є максимально можливими через обмежені фізико-механічні властивості гідрогелевого матеріалу. Міцності гідрогелю є недостатньо для того, щоб в польових умовах гідрогелевими матеріалами такого розміру було зручно користуватись без їх механічного пошкодження. Крім того, є підстави вважати, що для надання невідкладної допомоги у випадку масових опіків необхідні гідрогелеві засоби значно більших розмірів – гідрогелеві покривала.

У медичній практиці використання таких покривал описано, але їх виробництво вкрай обмежене. Для нала-



Молоді науковці  
Львівської  
політехніки,  
задіяні у дослідженні  
та виробництві  
гідрогелевих  
пов'язок AQUIOR

годження виробництва гідрогелевих матеріалів великих та надвеликих розмірів при забезпеченні їх необхідної міцності була розроблена технологія армування гідрогелевого полотна. Були успішно проведені необхідні дослідження та налагоджені необхідні технологічні стадії. Завдяки цьому стало можливим на існуючому обладнанні виготовляти гідрогелеві покривала армовані поліпропіленовим нетканним полотном розміром 400×1000 мм. Завдяки такому армуванню гідрогелеве полотно отримало необхідну міцність, що дозволяє легко ним оперувати в польових умовах. Технологія одержання армованого гідрогелевого полотна дозволила модифікувати виробництво гідрогелевих лицьових масок. Виготовлення цих масок з армованого полотна значно спрощує їх використання в польових умовах. Зараз армовані гідрогелеві покривала та лицьові маски з армованого гідрогелевого полотна проходять випробування на передовій і очікуються відгуки про ефективність та поради по їх удосконаленню.

Важливим напрямком діяльності групи були дослідження по вдосконаленню технологічного процесу та технологічної лінії по виробництві гідрогелевих лікувальних засобів «AQUIOR». Як було уже вище сказано, на початку війни пілотна установка була в авральному режимі переобладнана в напівпромислову. При монтажі пілотної установки, яка розраховувалась на випуск обмежених промислово-дослідних партій, основна увага концентрувалась на евристичних технологічних стадіях. Тобто основна увага концентрувалась на стадії формування гідрогелевого полотна. Стадія сушки, стерилізації та пакування з помітною продуктивністю формувались уже в процесі виробництва перших партій, що відправлялись на фронт. Тому їх технологічність не позбавлена значних недоліків.

Удосконалення стадії пакування вирішується спеціалістами НДЛ-20 під керівництвом доцента **Боровця В.М.** На виробничих площах цієї лабораторії виготовляється пакувальна машина. Удосконалення стадії сушки гідрогелевого полотна проводилось силами наукової групи. Для цього **Дарією Боцулою** та **Валерією Шабіковою** було проведено серію досліджень методів часткового зневоднення гідрогелевого полотна. В результаті цих досліджень було показано, що найбільш ефективним методом, який дозволяє отримати найбільш високоякісне, частково зневоднене гідрогелеві полотно та мінімізувати відходи є радіаційна ІЧ сушка. Експериментальні матеріали, що були отримані в ході цих досліджень, дозволяють спроектувати радіаційну сушку для часткового зневоднення гідрогелевого полотна в промисловому масштабі.

До удосконалення технологічного процесу долучився власник компанії Grafix, Президент Ротарі Клубу Kharkiv International, Голова Комітету навколишнього середовища Дистрикту 2232 Rotary International **Сергій Пилипів**. Компанія Grafix виготовляє для нас комплект ІЧ-ламп потужністю 8 кВт, що дозволять змонтувати тунельну ІЧ-сушку, використання якої дозволить сушити вироби, практично, без обмежень в розмірі та виробляти їх у значних кількостях.

Створення, запуск та подальша робота напівпромислової установки з виробництва гідрогелевих лікувальних пов'язок AQUIOR об'єднали довкола себе людей із різних країн та інституцій. Це інноваційна розробка науковців Інституту хімії і хімічних технологій (передусім кафедри органічної хімії, НДЛ-8, НДЛ-1) за активної підтримки Інституту механічної інженерії та транспорту (НДЛ-40) НУ «Львівська політехніка». Координатори виробництва професор **Володимир Самарик** і доцент **Володимир Боровець** за сприянням завідувача кафедри органічної хімії професора **Володимира Дончака** залучили до роботи чимало працівників і студентів кафедри органічної хімії, кафедри технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології, кафедри технології органічних продуктів.

Виробництво гідрогелевих лікувальних пов'язок як інноваційний високотехнологічний комплексний процес від самого початку підтримували у межах внутрішніх ресурсів проректор з наукової роботи **Іван Демидов** та начальник Науково-дослідної частини Львівської політехніки **Роман Небесний**. Чималу матеріально-технічну підтримку для експлуатації та оптимізації технологічного процесу виробництва гідрогелевих пов'язок AQUIOR на волонтерських засадах забезпечують КК «РОШЕН», ТОВ «ТЕТРАФАН» та інші.

До збільшення продуктивності лінії виробництва пов'язок, яка на даний час дійшла до 500 пов'язок на добу, долучилися фінансовою підтримкою Fundacja Liderzy Przemian z Warszawy (Республіка Польща), Fulbright Association Minnesota Chapter Board of Directors and all Fulbrighters (Міннесота, США), а також приватні донатори з Міннесоти (США).

Дякуємо волонтерам (ГО «Волонтерська сотня Львова», БФ «Там де живе надія», ВІ Ukraine: Direct Support), медикам, парамедикам, які долучилися до поширення лікувальних пов'язок AQUIOR не лише у Львові, а й Києві, Дніпрі, Харкові, Запоріжжі, Луцьку, Попасній, Бахмуті.

Отримані знання в ході цих досліджень є основою для подальших розробок нових гідрогелевих матеріалів. ■