

и состоит из 128 циклов. Игла прокальвателя перемещается вниз до образования микротечи. Замер количества  $H_2O$  производится, когда величина напуска из микротечи окажется в диапазоне  $1,2 \cdot 10^{-6}$ – $1,8 \cdot 10^{-6}$  мм.рт.ст.

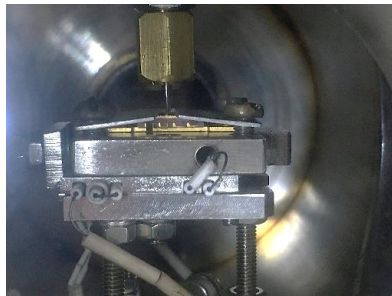


Рисунок 2 – Камера вскрытия с микросхемой, закрепленной на предметном столике

#### 4. Выгрузка образца.

Открываем высоковакуумный затвор. Переходим в «ручной» режим и пошагово медленно извлекаем иглу прокальвателя из микросхемы. Когда на экране контроллера высвечивается надпись «turbo off», выключаем формвакуумный насос и производим напуск воздуха. Открываем шлюз и с помощью пинцета извлекаем образец.

На рис. 3 изображена микросхема с отверстием в крышке корпуса, которое образуется в результате измерения. Температура воздуха в помещении при проведении испытаний не должна превышать 25 °С.

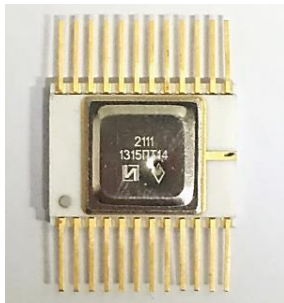


Рисунок 3 – Внешний вид микросхемы после проведения измерений

Допустимый уровень  $H_2O$ , установленный в отраслевом стандарте [2], при температуре 100 °С должен быть не более 0,5 объемного процента (5000 ppm). Детали корпусов с кристаллами ИС перед герметизацией должны быть тщательно просушены, так как, если этим пренебречь, то результаты измерения могут превышать допустимые значения влаги в десятки или даже сотни раз.

Это было подтверждено экспериментально. Были взяты 12 микросхем и половина из них дополнительно прошла отжиг. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты измерения  $H_2O$  в корпусах микросхем

№	Содержание $H_2O$ в микросхемах с дополнительным отжигом, об. %	Содержание $H_2O$ в микросхемах без дополнительного отжига, об. %
1	0,03	0,05
2	0,04	0,04
3	0,05	0,11
4	0,08	0,10
5	0,11	0,10
6	0,04	0,08

Из измерений следует, что у четырех из шести микросхем, прошедших дополнительный отжиг, уменьшилось содержание влаги в подкорпусном объеме, у одной микросхемы содержание  $H_2O$  не изменилось, еще у одной количество  $H_2O$  составило больше, чем у той же микросхемы, которая не проходила дополнительный отжиг.

По результатам проведенного исследования мы можем предполагать, что дополнительный отжиг микросхем перед герметизацией в большинстве случаев улучшает их качество.

#### Литература

1. Чернышов, А. А. Контроль влажности в корпусах интегральных микросхем / А. А. Чернышев, С. А. Крутоверцев, А. И. Бутурлин // Зарубежная электронная техника. –1987. – № 2. – С. 3–63.
2. Микросхемы интегральные. Система и методы операционного контроля в процессе производства. Технические требования к технологическому процессу при аттестации производства : ОСТ 11 20. 9903-86.

УДК 617.3

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВАКУУМНОЙ АБСОРБЦИИ И ЛЕЧЕНИЯ РАНЕНИЙ Ющенко Е.В., Терещенко Н.Ф.

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»  
Киев, Украина

**Аннотация.** Раны, в том числе хронические, источник больших проблем в современном мире и медицине, где из-за многих факторов можно иметь разные травматические последствия. Лечение требуется эффективное, недорогостоящее и комфортное для пациентов, которого можно достичь с помощью автоматизированной системы вакуумной абсорбции и лечения ранений (АСВАЛР). Она работает с помощью воздействия отрицательного давления, отсасывает таким образом лишнюю жидкость и очищает поверхность раны, стимулируя пролиферацию грануляционной ткани.

**Ключевые слова:** рана, вакуум, лечение, очищение.

## AUTOMATED SYSTEM OF VACUUM ABSORPTION AND TREATMENT OF WOUNDS

Yushchenko K., Tereshchenko M.

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"  
Kyiv, Ukraine

**Abstract.** Wounds, including chronic ones, are a source of great problems in the modern world and medicine, where, due to many factors, one can have different traumatic consequences. Treatment requires effective, inexpensive and patient-friendly, which can be achieved with an automated vacuum absorption and wound healing system (ASVATW). It works by using negative pressure, thus sucking out excess fluid and cleansing the wound surface, stimulating the proliferation of granulation tissue.

**Key words:** wound, vacuum, treatment, absorption.

Адрес для переписки: Ющенко К.В., пр. Победы 37, г. Киев 03056, Украина  
e-mail: eka.yushchenko@gmail.com

**Цель работы.** Исследование методов очистки раневой поверхности кожи, актуальности и преимуществ методики автоматизированной системы вакуумной абсорбции и лечения ран.

**Методы очистки поверхности раны.** Важность и физиологическая сложность процесса заживления ран, особенно с возможными последующими гнойными инфекциями и проблемами, с которыми сталкивается медицина и медицинская промышленность, при их лечении, всегда имели первоочередной приоритет в системной медицине и в разработке новейших технологий и средств лечения [1].

Раны бывают различные и имеют много классификационных признаков, например, по причинам возникновения, способам заживления и методом очистки поверхности, который изображен на рис. 1.

Классификация ран по причине их возникновения [2]:

1. Внешние причины: механическое воздействие (рубленые, колотые, огнестрельные раны, ушибы), термическое воздействие (ожоги, обморожения), химическое воздействие (химические ожоги), электрическое воздействие (ожоги).
2. Внутренние причины: язвы (язвы голени, пролежни, диабетическая стопа), например, вследствие дефекта кровообращения.



Рисунок 1 – Методы очистки поверхности ран

Существуют различные методы очистки раны, но выделим 3 основных .

1. Метод очистки с помощью антисептических препаратов.
2. Метод аспираторной очистки и антисептических средств.

Этот метод состоит из таких процессов, как размещение влажной салфетки с содержанием антисептического средства и поверхностного закрепления вакуумной присоски.

3. Но наиболее эффективным является механизм действия автоматизированной системы вакуумной абсорбции и лечения ран, который улучшает и сочетает в себе два предыдущих метода и осуществляет автоматизированное управление и контроль процесса очистки.

Этот процесс состоит из трех частей:

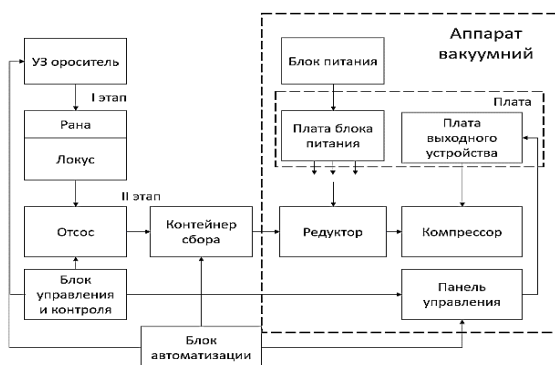
- сначала осуществляется обработка раны антисептическим средством методом распыления,
- далее размещается повязка (салфетка-спонж),
- фиксируется вакуумная присоска и осуществляется работа вакуумного аспиратора для удаления лишних отмерших и твердых частиц поврежденной кожи и раны [3].

**Вакуум-терапия.** В данной работе исследованы механизмы действия при терапии ран отрицательным давлением (вакуум-терапия) одной из новейших методик, используемых в лечении ран различной этиологии [4]. Отрицательное давление обеспечивает непрерывное отсасывание жидкости, стимулирует пролиферацию грануляционной ткани и эффективно очищает поверхность зоны раны. Местное пролонгированное лечение ран отрицательным давлением – это детально разработанная, надежная, эффективная и профессиональная технология, которая значительно сокращает продолжительность и стоимость лечения.

Вакуумная терапия ран, которая так же называется «терапия ран отрицательным давлением» используется для хронических ран, которые долго не могут зажить. Отрицательное давление локально применяется к области раны и с его помощью уменьшается количество бактерий и отек, а так же стимулирует образование грануляционной ткани. Механизм действия данного метода следующий: абсорбция, очистка раны и удаления экссудата. Защита раны от вторичной инфекции, уменьшение бактерий. Снижение отека и улучшения кровотока. Уменьшение площади раны.

Вакуумная абсорбция позволяет удалить излишки интерстициальной жидкости, производит декомпрессию сосудов, тем самым обеспечивая приток крови и питательных веществ к ране, что приводит к уменьшению бактериальной нагрузки и улучшение перфузии [5]. Все эти вещи являются основными составляющими быстрого заживления раны. Кроме удаления избытка жидкости, также создается давление на рану, который действует на клетки как механический сигнал, процесс, известный как механотрансдукция [6]. В основе этого процесса - действие отрицательного давления на клетки, которое активирует каскад реакций, приводящих к повышению активности генов, кодирующих клеточную пролиферацию. Все это позволяет грануляционную ткань формироваться быстрее. Грануляционная ткань необходима для дальнейшего формирования рубца, следовательно, этот процесс играет ключевую функцию.

На рис. 2 приведена структурная схема автоматизированной системы вакуумной абсорбции и лечения ран (АСВАЛР) и показаны этапы выполнения терапевтической процедуры.



УЗ – ультразвуковой

Рисунок 2 – Автоматизированная система вакуумной абсорбции и лечения ран

**Выводы.** Проанализировав вышеупомянутый материал можно сделать вывод, что лечение ран имеет большую актуальность в сфере медицины. Поэтому передовой и эффективной методикой лечения ран различного происхождения является автоматизированная система вакуумной абсорбции. С помощью которой можно уменьшить риски заражения и быстро вылечить пациента.

#### Литература

1. Терещенко, М. Ф. Методи дослідження параметрів чистоти поверхні ран системою вакуумної абсорбції та санації / М. Ф. Терещенко, О. В. Рущька, М. В. Чухраєв // Вісник КПІ, серія Приладобудування. – 2019. – № 58(2). – С. 97–105.
2. Терещенко, М. Ф. Біофізика: практикум / М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І. О. Яковенко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 288 с.
3. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія / М.Ф. Терещенко [и др.] – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 184 с.
4. Матвієнко, С. М. Вплив процесів конвекції в рідині на похибку вимірювання теплопровідності методом прямого підігріву термістора / А. М. Матвієнко, Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2017. – № 4. – С. 121–130.
5. Ющенко, К. В. Автоматизована системи вакуумної абсорбції та лікування ран / К. В. Ющенко, М. Ф. Терещенко // Збірник праць XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 08–09 грудня 2020 р. – К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – С. 362–365.
6. Ющенко, К. В. Системи автоматизованого контролю чистоти поверхні ран / К. В. Ющенко, М. Ф. Терещенко // Збірник матеріалів XX Міжнародної науково-технічної конференції «ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи», ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 18–19 травня 2021 р., Київ, Україна, 2021. – С. 120–123.