

ЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН

Зварювання живих тканин (ЗЖТ) почало розвиватися в ІЕЗ з початку 1990-х років. Це був тяжкий час. Гіперінфляція. Маленьке фінансування, якого вистачало на зарплату 10...20 доларів на місяць, та й то не всім щасливцям. На матеріали та обладнання грошей не було. Зникло позабюджетне фінансування. Усі виживали як могли.

Є кілька версій початку ЗЖТ. За однією з них, ця ідея прийшла до Б.Є. Патона після зустрічі з завідувачем відділення мікрохірургії ОХМАТДИТУ В.І. Карчемським. У цьому відділенні пришивали руки, ноги, пальці, носи дітям, які втратили їх через побутові травми. Відірвана кінцівка зберігає життєздатність протягом кількох годин. Якщо її в цьому інтервалі часу пришити, то є ймовірність, що вона приживеться. Для того, щоб її пришити, треба пошити всі судини та нерви. Діаметри дитячих судин та нервів на кисті руки близько 1 мм. Стінка судини напівпрозора. Зшивання нервів та судин виконується під мікроскопом. Одна судина зшивається близько 20 хв. Вся операція триває 20 год. Дитина знаходиться під загальним наркозом, може не витримати та померти. Тому дуже важливо зменшити час операції.

Б.Є. Патон доручив цей напрямок Володимирі Костянтинівичу Лебедеву, у якого у відділі була лабораторія мікрозварювання під керівництвом к.т.н. Д.С. Ворони. За радянських часів вона мала багато замовлень, в основному з оборонної тематики. У 1990-ті все зникло. Співробітники сиділи без роботи. Тому із задоволенням почали працювати над проблемою ЗЖТ. Почалися перші експерименти на віддалених венах людини. Перші експерименти були успішними. Виявилось, що зробити ЗЖТ дуже просто! Розробників охопила ейфорія. Вони перемогли! Якби вони знали на той час, скільки труднощів, проблем, невдач і розчарувань буде попереду...

За кілька років було закладено основи стикового зварювання кровоносних судин, точкового зварювання оболонки нервів, кишечника, шлунка, шкіри. Експерименти проводилися у відділі експериментальної хірургії Національного інституту хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова під керівництвом д-ра мед. наук Ю.О. Фурманова. Там теж були проблеми із фінансуванням. Навіть не вистачало грошей на корм медичним щурам. А скільки треба їм того корму? Небагато. Через голю вони іноді погано входили в наркоз.

Коли почалося фінансування від американської фірми CSMG («Consortium Service Management Group Technologies», Inc., США), з'явилася можливість експериментувати на кроликах, а потім і на свинях. За кілька років інтенсивних експе-

риментів на тваринах своє життя «на вітвар науки» поклали сотні та сотні шурів, кролів, свиней. Хоча хірурги пишуть у своїх статтях, що експерименти на тваринах проводяться за міжнародними правилами гуманного поводження з піддослідними тваринами, все одно для тварин хірургічні дослідження — це післяопераційні муки. Коли тварина відмучується і одужає, її «виводять з експерименту» «гуманним» уколом у серце або іншим способом відходу з життя. Якщо тільки на попередню розробку ЗЖТ пішли сотні та сотні піддослідних тварин, а скільки їх утилізували на інші експерименти за довге життя відділу експериментальної хірургії? А скільки їх було вбито в інших інституціях та організаціях? Тому було б добре поставити хоча б маленький пам'ятник шуру та кролику біля входу до Інституту Шалімова. Вони це заслужили. А замість квітів покласти моркву.

Борис Євгенович Патон відігравав величезну роль у розвитку ЗЖТ. Він був зіркою і ангелом-охоронцем цієї теми. Крайні хірурги вважали за честь працювати під його керівництвом. В.К. Лебедев здійснював безпосереднє управління великою командою хірургів, технологів, інженерів, менеджерів. Туди входив майже весь відділ № 1 ІЕЗ, відділ експериментальної хірургії та співробітники інших відділів Інституту Шалімова, Міжнародної Асоціації «Зварювання», хірурги відділення мікрохірургії ОХМАТДИТУ, хірурги шпиталю СБУ, Київська міська клінічна лікарня № 1, Донецький обласний онкологічний центр №17 та багато інших лікарень, співробітників компаній CSMG та LTC (Live Tissue Connect, Inc. США) під керівництвом Д. Робінса. Це десятки висококласних спеціалістів. В.К. Лебедев зумів створити з цих людей одну дружню команду однопідприємців, у якій було приємно працювати. Американці схвалили цю команду і казали, що в США це зробити неможливо.

ЗЖТ — це антипід зварювання металів. Тут усе не так. Матеріал живий, а не мертвий. Відсутнє явно виражене плавлення матеріалу. Тканина містить від 63 до 80 % води. Як ви зробите зварний шов із води? Тим не менш, ми навчилися зварювати живі тканини, які дуже чутливі до режиму зварювання.

Причому, навіть однакові точки треба зварювати з різними напругами. Це пов'язано з нагріванням електродів, що передається тканині. Пам'ятаю експерименти з точкового зварювання кишечника з ручним регулюванням режиму. Одна за одною зварювалися всі точки анастомозу. Режим зварювання містив два параметри — напругу та тривалість

зварювання. Я встановлював режим, Ю.О. Фурманов зварював. На початку електроди були холодними. Фурманов говорив мені після кожної звареної точки: «Мало, додай напругу», «Мало», «Добав», коли електроди нагрілися – «Добре», «Добре», коли електроди перегрілися – «Багато, зменш», «Убав ще», «Зменш», «Добре», «Мало, додай, зменш....». З 10 точок виходило лише кілька якісних. Інші перегріті або недогріті, тому що весь час змінювалася температура електродів і, відповідно, оптимальна напруга зварювання. Звичайна зварювальна напруга 40...50 В. Відхилення напруги від оптимальної на 1,0...1,5 В призводить до неякісного зварювання. Назріла життєво важлива потреба в автоматичному управлінні зварюванням.

В.К. Лебедєв винайшов алгоритм автоматичного управління зварюванням. Я його спочатку сприйняв з недовірою. Я вважав, що треба йти іншим шляхом і придумати зовсім іншу технологію зварювання, менш чутливу до режиму. Після кількох його прохань я почав програмувати. Налагоджував алгоритм на віддалених тканинах. Додав до алгоритму кілька елементів, які враховують реальні умови зварювання. Сталося диво! Алгоритм так змінював напругу та тривалість зварювання, що всі точки мали 100 % якість! Це підтвердили численні експерименти. Для остаточної перевірки американці дали гроші на експерименти на великій кількості свиней. Жодної точки бракованої не було. Усі анастомози були якісними. Через кілька місяців не можна було знайти місце зварювання. Воно нічим не відрізнялося від сусідніх ділянок кишки свині.

На цей алгоритм було отримано кілька патентів США, Європи, Японії, Китаю. Перший патент

було отримано у 2004 р. І лише з 2010 р. ці патенти почали використовувати як прототипи до інших патентів. Наразі ці патенти використані як прототипи до 1600 патентів. У 1997 р. ми вперше поїхали до США для показових демонстрацій ЗЖТ. Ці демонстрації робилися американською компанією LTC для залучення грошей акціонерів. Тоді американські хірурги сказали: «Це революція в медицині». Ми випередили час майже на 20 років.

У процесі розробки технології зварювання виявилася її другорядна корисна властивість – електричне розрізання тканини з одночасним гемостазом великих судин. Ми використовували цю властивість для прискореного доступу до зварюваних органів і не надавали йому великого практичного значення. Для нас найголовнішим було поєднання тканин. Зараз це другорядне застосування стало основним застосуванням ЗЖТ та використовується майже у всіх електрохірургічних апаратах багатьох всесвітньо відомих виробників медичного обладнання. Врятовано життя та здоров'я тисяч людей, величезні суми грошей. Зроблено унікальні операції. Але ніхто не знає, що все починалося у маленькій лабораторії мікрозварювання кількома інженерами-жебраками з метою врятувати дітей від інвалідності.

Наші розробки відбувалися широким фронтом. Намагалися зварити все і вся. Хапалися за все. Зробили великі заділи. Згодом через брак ресурсів і коштів ширина фронту робіт безперервно скорочувалася, колектив танув. Хоча найголовніше ще не зроблено і все попереду. Хірургія з її нескінченним потоком пацієнтів чекає на нових Патонів, Лебедєвих, Роббінсів та інших ентузіастів ЗЖТ.

*Олексій Лебедєв, д.т.н.,
співробітник ІЕЗ у 2002-2016 роках.*

ПЕРЕДПЛАТА 2022

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	півроку	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	240	720	1440	2880
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	240	480	960
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	240	480	960
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	520	1560	3120	6240

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

** Журнал «The Paton Welding Journal» містить статті, отримані від авторів з усього світу і вибірково переклади на англійську мову статей з журналів «Автоматичне зварювання», «Сучасна електрометалургія», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

Передплату на журнали можна оформити по каталогам передплатних агенцій «УКРПОШТА», «Преса», «Прес Центр», «АС Медіа» та у видавництві. Передплата через видавництво з любого місяця на любой термін, в т.ч. на попередні періоди та окремі статті, починаючи з першого року видання.

Передплата на електронну версію журналів.

Вартість передплати на електронну версію журналів дорівнює вартості передплати на друковану версію. Випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі pdf або для IP-адреси комп'ютера передплатника надається доступ до відповідних архівів журналу.

Передплата через сайт видавництва:

<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/as/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj/subscription>
 На сайті видавництва у 2022 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2020 рр.