

науково-популярний журнал

ВИНАХІДНИК



і РАЦІОНАЛІЗАТОР

НАУКА і ТЕХНІКА

Передплатний індекс
06731

№ 4 (123) 2018 р.

Літак з капсулою порятунку **с. 13**

Термодинамічний цикл
Майсоценка
с. 21

Боротьба з корозією металів
екологічно чистими засобами
с. 33

Гравітаційна електростанція
з кругообігом кульок **с. 41**

Унікальна технологія зварювання
різних металів **с. 10**





ВИНАХІДНИК І РАЦІОНАЛІЗАТОР

№ 4 (123) 2018 р.

Науково-популярний,
науковий журнал
«Винахідник і раціоналізатор»
№4– 2018 р.

Засновник журналу:
ВГО Українська Академія Наук

Зареєстровано:
Державним комітетом
інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення
України. Свідоцтво Серія КВ
№4278 від 31.07.1997 р.

Голова редакційної ради:
Оніпко О.Ф., заслужений
винахідник України, доктор
технічних наук

Головний редактор:
Китаєв М.М.

Коректор:
Кодря В.В.

Редакційна рада:
Аль-Ріфаї Н.М.; Березанський В.І.;
Демчишин А.В., д.т.н.;
Конеченков А.Є.; Корнєєв Д.І.,
д.т.н.; Коробко Б.П., к.т.н.;
Мікульонюк І.О., д.т.н.;
Перегінець І.І.; Савенко В.І., к.т.н.;
Скопенко А.Ю.; Федоренко В.Г.,
д.е.н.; Черевко О.І., д.е.н.;
Якименко Ю.І., д.т.н.

Директор:
Оніпко А.О.

Видається за інформаційної
підтримки Державної служби
інтелектуальної власності,
ДП «Український інститут
інтелектуальної власності»

Адреса редакції:
03142, м.Київ, вул. Семашка, 13
Тел.: +38 (044) 424–51–81
www.vir.uan.ua
vinahid@ukr.net

Друкарня:
ТОВ «ДКС–Центр»
Тел.: +38 (044) 467–65–28

ЗМІСТ

Чим завтра житиме світ. Проривні технології 2018	2
<i>Джелали В.</i> Ответ на вопрос об инновационном развитии	5
<i>Гетьман А.</i> Уникальная технология сварки различных металлов	10
<i>Татаренко В.</i> Самолет с капсулой спасения	13
<i>Халатов А., Карп І., Ісаков Б.</i> Термодинамічний цикл Майсоценка	21
Валерій Майсоценка – українець, створивший особистий термодинамічний цикл	30
<i>Савенко В.І., Висоцька Л.М., Федоренко С.В.</i> Боротьба з корозією металів екологічно чистими засобами	33
<i>Буря О.І., Рула І.В., Кончиць А.А., Морозов О.Ф., Федоренко М.М.</i> Нові властивості вуглепластиків армованих металевими волокнами	38
<i>Аршак Бадалян</i> Гравитационная электростанция с круговоротом шариков	41



Чим завтра житиме світ. Проривні технології 2018

Видання MIT Technology Review склало традиційний щорічний рейтинг 10 проривних технологій. Головним критерієм відбору десятки став потенційний вплив на життя людини, хоча деякі з технологій ще не отримали комерційного поширення. Отже, познайомимося з кількома.

3D-друк металом



Хоча звичайний 3D-друк існує вже багато десятиліть, його здебільшого використовують аматори та дизайнери, що виготовляють одиночні прототипи. А виготовлення об'єктів з чого-небудь окрім пластика було важким, довгим і дуже дорогим процесом.

Проте тепер друк з металу набирає обертів, і стає дешевим і відносно легким способом виготовлення деталей.

Ця технологія в короткостроковій перспективі здатна, наприклад, позбавити виробників величезних складських запасів з деталями для заміни: потрібний компонент можна буде виготовити на вимогу покупця. Надалі – і зовсім перевернути традиційний виробничий процес, а також зменшити розмір фабрик і поліпшити якість продукції.

Так, можна буде створювати легші, міцніші деталі зі складнішою формою – такі властивості неможливі при використанні звичайних методів обробки металів. Вона також може забезпечити точніший контроль мікроструктури металів.

Бостонська компанія Markforged вже представила перший принтер для металевого 3D-друку за \$100 000. General Electric наразі тестує принтер для друку металом, здатний виготовляти деталі для авіаційного виробництва – продавати їх почнуть в 2019 році.

Розумні міста



Численні схеми і спроби створення «розумних» міст в результаті закінчувалися зривом термінів, виявлялися занадто дорогими або неефективними.

В новому проекті холдингу Alphabet компанія Sidewalk Labs змінює підхід до розуміння проблеми. В рамках програми партнерства з канадським урядом, вона працює над поліпшенням району портової набережної Торонто.

Район обладнають найсучаснішими технологіями. Суть в тому, щоб для прийняття будь-яких рішень: про дизайн, політику, екологію та економіку міста використовувати максимальну кількість даних, зібраних сенсорами: від рівня забруднення повітря до шуму або людської активності.

Крім того, в планах – застосування тільки автономних автомобілів загального користування, а також відкритого програмного забезпечення, на основі якого сторонні компанії зможуть побудувати власні сервіси – як це зараз працює з додатками.



Штучний інтелект для всіх



Штучний інтелект досі був головним чином іграшкою великих технологічних компаній, таких як Amazon, Baidu, Google і Microsoft, а також деяких стартапів. Для багатьох інших компаній та організацій системи ШІ занадто дорогі і занадто складні для повної реалізації.

Це питання планують вирішити завдяки хмарним сервісам. AWS від Amazon, бібліотека TensorFlow від Google, сервіс Azure від Microsoft – всі вони роблять процес впровадження нейромереж не складнішим за розробку програми, що врешті дозволить поширити ШІ далеко за межі звичної технологічної індустрії.

«Вавилонська рибка»



Google випустила навушники Pixel Buds за \$ 159 – аналог «вавилонської рибки» з «Автостопом по галактиці».

Вони здатні автоматично перекладати зі 40 мов, потрібно лише натиснути на кнопку або вимовити щось на кшталт: «Допоможи мені говорити іспанською!». Щоправда, ця функція доступна тільки в комплекті з ще однією новинкою – смартфоном Google Pixel 2.

Одна людина одягає навушники, інша тримає в руках смартфон. Людина в навушниках говорить своєю мовою – смартфон автоматично перекладає його мову по гучномовцю.

Людина зі смартфоном відповідає – в навушниках лунає синхронний переклад. Зрозуміло, що спілкуватися таким чином на галасливих вулицях буде проблематично, оскільки системі непросто розпізнавати мову серед сотні інших звуків.

Газова електростанція з нульовою емісією



Zero Emission

Стартап Net Power побудував в Г'юстоні газову електростанцію з нульовою емісією. В основі технології – принципово нова турбіна розміром в 1/10 звичайної турбіни, яка вміщується в кімнату площею 5,6 кв.м. При цьому, вона залишається такою ж потужною, завдяки більш ефективній передачі тепла за допомогою зверхкритичного флюїду.

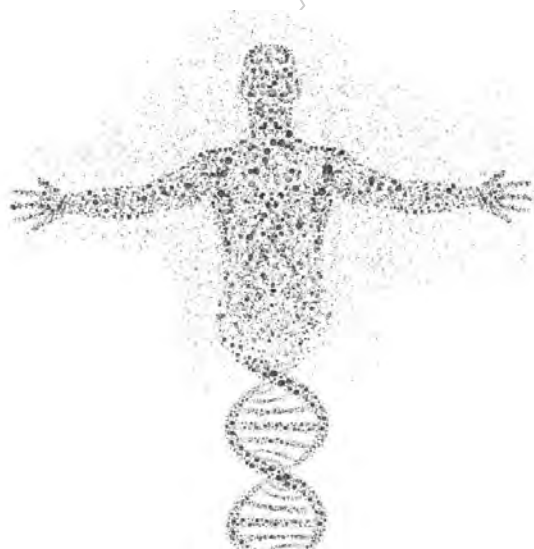
У маленькій турбіні природний газ спалюється в камері згоряння в середовищі чистого кисню, а виробляється лише водяна пара і діоксид вуглецю.

Незважаючи на популярність поновлюваних джерел, Net Power вважає, що з масовим переходом на електричні автомобілі попит на електрику зросте, як ніколи.

Тому у природного газу може бути хороша перспектива: якщо електростанція залишається не менш ефективною, але при цьому не забруднює навколишнє середовище, чому б не використати викопне паливо?



Генетичні передбачення



Недалеко той день, коли при народженні діти отримуватимуть генетичний паспорт. У ньому буде зазначено, наскільки ймовірним є отримати в майбутньому інфаркт, схильність до певних видів раку або діабету.

Досліджуючи колосальну кількість даних, вчені виводять «полігенні оцінки ризику», які в майбутньому допоможуть виявляти важкі захворювання на ранніх стадіях і успішно їх лікувати.

Фармацевтичним компаніям теж знадобиться така інформація, щоб тестувати ліки, які запобігають хворобі Альцгеймера або серцево-судинним захворюванням. Для випробувань вони можуть залучати пацієнтів зі схильністю до цих хвороб, щоб створювати максимально ефективні препарати.

Квантові комп'ютери



Найбільше появи квантових комп'ютерів чекають хіміки. Вони вже передчувають, як будуть з їх допомогою створювати нові молекули.

Нові білки для набагато більш ефективних ліків, нові електроліти для акумуляторів, а також сполуки, які зможуть перетворити сонячне світло безпосередньо в рідке паливо.

Звичайні комп'ютери не володіють достатньою обчислювальною потужністю для таких технологій, а з появою квантових це стане частиною повсякденного життя вчених-хіміків.

Тим часом каліфорнійський стартап Rigetti Computing довів, що квантовий комп'ютер можна використовувати для машинного навчання. Також компанія відкрила доступ до свого квантового комп'ютера Forest, розташованого в хмарі і здатного виконувати розрахунки за допомогою процесора на 19 кубітів.

За матеріалами Еспресо



В. Джелали

Ответ на вопрос об инновационном развитии

Нововведения задумывают романтики и идеалисты, осуществляют преданные и убежденные, то есть фанатично верующие в высшие идеалы. А плодами пользуются негодяи, циники, прагматики и прочие проходимцы...

Возникает вопрос: **«Кто такие романтики, фанатики и негодяи в контексте как истории вообще, так и применительно к каждой конкретной ситуации ...?»**

История, конечно, знает немало тому примеров. Но, в целом, эта мысль, тем более широко популяризируемая, как единственно возможный результат социального развития – результат современного нравственного обвала, скептицизма, релятивизма и превращения в пропаганду смысла жизни, исключительно как погоню за «золотым тельцом» и удовольствиями, весьма низкого уровня, совершенно не соответствует Истории (по крайней мере – до конца XX века). Тем более того, что такой подход, такое развитие являются разрушающими физиологический, душевный, творческий и социальный мир. С отказом от духовного удовлетворения, связанного с чувством выполненного долга: перед собой, семьей, Родиной, Жизнью в целом. Хотите – и Вселенной (это мнение, если не многих, то ряда крупных ученых, философов, логически и по существу, т.е. объективно, принципиально, важное. Тем более, что в колыбели, и земной в том числе, – тоже нельзя оставаться! Ведь Циолковский прав!).

Такое видение Истории формируется, если смотреть на Историю глазами современного потребителя, что не только не интересно, но и обедняет, выхолащивает душу, семью, жизнь, превращая богатейшую, универсальную натуру человека, из гармоничного, всесторонне развитого, сверкающего разносторонними гранями своего таланта, в скучное, очень вредное – духовно, семейно и социально дурно пахнущее существо, а то и в нелюдя. Причем, чем более образованного, умного, инициативного, талантливое – тем более опасного нелюдя, или в одну из его разновидностей – трикстера. И, как многократно показывает

История – они опасней любой бомбы, любого дурака. Даже дурака с инициативой!

А вот если смотреть на Историю глазами Созидателя (но не фанатика! т.к. действительная Культура, Созидание невозможны на основе культа, по определению – пазлового, как в сказке о слепых мудрецах и слоне. Оно возможно только на основе голографичного, системно полного видения мира, на основе которого, только и возможно Созидание), то картина видится совершенно иной

Оно (Созидание, созидательный процесс) начиналось во времена Греческой КУЛЬТУРЫ, на основе широчайшего поиска социальной и личностной Гармонии (кстати – думаю, что только они, греки, и могли выработать это великое понятие!), Красоты, Справедливости, цельного видения мира неисчислимым отрядом философов высочайшего уровня и при активном! участии народа, действительных героев. Создав на этой основе недостижимую ныне демократию, высочайшую, разностороннюю, голографичную (!) культуру Афин (Солоном и народом созданную), непобедимую Спарту (созданную Ликургом и принесшую народу, не только доблесть, безопасность, но и, впервые в истории, бытовую скромность) и ГРЕЧЕСКУЮ КУЛЬТУРУ в целом (см. хотя бы: Ж.-П. Вернан «Происхождение древнегреческой мысли»). (Замечу – культуру, несравнимую с агрессией, кровожадностью Колизея, культурной нищетой, а то и антикультурой Рима). Это был первый взлет Человечества, который не смогли понять и продолжить многие поколения стран и народов).

А плодами этого духовного и социального взлета воспользовались и вся Греция, и весь эллинистический мир (от нынешней Италии



до, включительно, Индии), куда он принес новую, прогрессивную политическую и культурную философию, и последующая История в целом. Включая и современную, шумную, но, ныне многое потерявшую по существу этого понятия, в сравнении с греческой, демократию.

Их эстафету подхватило, правда, тоже, многое потеряв, православие. А на его плечах, и на лучших достижениях Возрождения – продолжила и начала развивать – русско-советская культура. Многие, кажущиеся сейчас фантастическими-утопическими, достижения которой, показал Д.Андреев («Роза мира»). И эти достижения, полученные отрядом самоотверженных людей (но не фанатично верующих! – это метод религий), а, если говорить точно – еще недостаточно полно знающих, что, как и для кого надо делать, но они создали условия, которые позволили, решающим образом помогли, вырасти действительно достойным людям, и стать действительно счастливыми. Таким образом, плоды их жизни, самоотверженной деятельности – достались миллионам (способных быть Человеками и подняться, даже обладающим меньшими социальными талантами), а с учетом Великой победы, над ударным отрядом сил зла (фашизмом), разрушения колониализма – миллиардам, всему миру. Не говоря о начале освоения космоса, первого выхода из земной колыбели.

Но, хотя была поставлена и, впервые в Истории, для всех! успешно решалась задача формирования всесторонне развитого человека, мы не успели, в достаточной мере, осознать, понять и освоить систему организационного, экономического, творческого и нравственного обеспечения личностных и массовых инициативных сил, и результатов этих, таких людей, этого союза Истины и Добра, которые выросли в Союзе. Повторю – высоко, почти всесторонне подготовленных и социально разносторонне обеспеченных для саморазвития, само и социально развитых, и таким образом обладающих (и развитых), на этой могучей основе, самыми разными талантами, творческими и социальными результатами, далеко превосходящими мировые (как количественно, так и качественно). А, нередко, и не имевших аналогов в мире, в Истории. И, главное, направленных на Созидание! личности и социума, как отечественного, так и мирового. Ведь даже по признанию, чл.-корр. НАНУ И. Юхновского,

председателя комитета Верховного Совета Украины по науке, сделанного на очень представительном совещании руководства наукой Украины и Великобритании (представителей верхней и нижней палат), развитие науки в Союзе «питомо перевищував» её уровень в любой стране мира. А ведь речь шла только об её официальной составляющей, не учитывающей огромное количество, социально не воспринятых, инициативных результатов, в том числе и тех, кто организационно был далек от науки (в отказном фонде изобретений были алмазы творчества – по выражению газеты «Известия»).

Сейчас все острее перед каждой личностью, массами и социумом (в целом и перед каждой его организационной структурой, в частности) стоит вопрос: кто будет создавать, развивать и пожинать плоды прогресса, кто будет бороться с результатами, в том числе и творческими, но разрушительными, следовательно, регресса. Т.е. ведущими развитие по правой, по антиспирали, характеризуемой тем, что развитие идет!, но вниз, и с сужением развиваемого пространства (человеческого, культурного и даже астрономического) и социума. – От нас зависит – что сотворим, какие идеи и людей поддержим, что будем тормозить (пользу или выгоду – на основе и с целью разрушения человеческого и природного потенциалов), то и получим: сегодня, завтра, в будущем...

Но вот кто это МЫ? Сейчас – это власть и деньги предрежающие (ВДП). При практически полной отстраненности народов. Уместно вспомнить слова Сталина: «Мир будет сохранен и упрочен, если народы всего мира, возьмут дело мира в свои руки и будут отстаивать его до конца». Именно народы, а не ВДП! Как это сделать? Где ключевое звено, ухватившись за которое можно-должно направить, вернуть развитие, так, чтобы оно шло по нормальной, левой спирали?! Что могут-должны делать народы, каждый отдельно и в группе человек, такое, что сейчас никто не делает и никто не может сделать, вместо них. В то же время – без чего не обойтись ни конкретной личности, ни любой значимой (причем значимость сейчас, нередко, определяется не только и не столько величиной и природно-финансовыми ресурсами) стране, ни нашей Цивилизации? Что, в конечном счете, определяет и завтрашний день, и будущее! Становится всё более очевид-



ным: ИННОВАЦИИ. Каковы инновации, таково и будущее! И следовательно – Владеющий инновациями – владеет и будущим! (Пропсту говоря: что посеешь – то пожнешь!)

Но, кто сейчас определяет инновационное развитие? За исключением неорганизованного и случайного влияния народов, это прерогатива ВДП. Однако, с этой, ключевой, задачей развития человека (который, кстати, мера и цель всего! – Протагор) оно (ВДП) катастрофически не справляется (что справедливо и остро показал Э.Тоффлер книге «Шок будущего»). Скорее – сегодня действует с точностью наоборот. И, более того. Даже при всем желании – в принципе не может её решить-решать без активного, инициативного, творческого и организационного участия народа, всех нас вместе и каждого в отдельности. Не может решать эти задачи и потому, что стремление к прибыли – главный и, по сути, единственный её интерес. Причем интерес исключительно к уже готовому для реализации продукту. При полном отсутствии интереса к предшествующим стадиям его появления и развития (стадиям рождения и развития идей и автора). Да и такой интерес весьма узкий – он появляется только при условии быстрой, очевидной и значительной прибыли. Такой подход совершенно исключает полезные, стратегически важные идеи, разработки. Даже очень значимые для развития человека, социума и сохранения-восстановления-развития природы. И, в том числе, экономически очень важные, очень выгодные-прибыльные, но, конечно, менее быстрые и не просто воспринимаемые и бизнесом, и социумом – качественно новые результаты. В них, кстати, великолепная экономическая основа предлагаемой системы обеспечения развития творческой, инновационной и нравственной инициативы, позитивной составляющей универсального, по своим способностям, человека (это основное, важнейшее его качество, убедительно показал выдающийся философ Э. Ильенков), социума – основы и цели действительного Прогресса. Так как, только на предлагаемой основе возможно эффективное развитие экономически (и социально – это отметил еще лауреат Нобелевской премии по физике П.Капица) чрезвычайно важных и очень эффективных, качественно новых идей, результатов. Кстати – круто «замешанных» на инициативе. Для них, для их нормального вос-

приятия, развития, использования нередко еще нет ни институтов, ни КБ, ни министерств. А уже надо, и очень. Всем! И каждому!

Получается, что огромная часть спектра творческих, особенно инициативных, результатов, совершенно необходимых для Развития (как показал и В. Вернадский), остаются вне поля зрения и руководства, и народа. А в этом деле, тем более на начальных этапах развития Нового (идеи, автора), на этапе «гадкого утенка», требуется именно «материнская» методология, организация и технология отношения к новому, свойственная народу, но не бюрократичному аппарату руководства. К тому же занятому-перегруженному скорее сохранением своего статус-кво и решением текущих проблем, указаний сверху. На которые и так не хватает, ни времени, ни сил, ресурсов (это неоднократно показал и личный опыт в Украине, и недавняя беседа с депутатом Гос. Думы РФ). В общем – у них, «хлебных умов», другие проблемы, как показал еще Ф.Шиллер (гигант мысли, духа, искусства): им не интересен, даже опасен «философский ум», его проблемы и результаты – даже нет ни желания, ни возможности понять. Не то что – помочь. Но очень важно, что «репку без мышки не вытащить», то есть, если хотим жить, а тем более и хорошо, достойно – надо «засучив рукава», осваивать культуру работы с идеями, их авторами, и впрягаться в создаваемые инновационные САНИ – всем и каждому! Тем более – никогда неизвестно, кто окажется ключом или последней каплей, открывшей дорогу прогрессу и не давшему случиться катастрофе. Только так можно вывезти телегу Жизни из современного вонючего болота, нафаршированного взрывчаткой самых разных свойств (от атомно-водородных, нано, информационных дезинформаций и до массы других возможностей, натворить чудовищ, в людском и совершенно новом обличье, катастроф еще неизвестных, но бурно растущих в борьбе за лидерство, необходимого им для грабежа мира). А в эпоху бифуркаций, т.е. в современную эпоху, как верно отметил лауреат Нобелевской премии по химии А. Пригожин, «индивидуальная активность вовсе не обречена на бессмысленность», т.к. «сложные системы обладают чрезвычайной чувствительностью по отношению к флуктуациям». Поэтому каждый человек должен мыслить,



знать, созидать! мир, не только в масштабах своего региона, страны, но и всего мира.

И нечего на энтузиастов пенять, на героев, на бога надеяться, если Ваша «хата с краю». Это дело общее, не только касающееся, но и имеющее прямое и обязательное отношение к Вам, вашим близким, рано или позже, но обязательно, неумолимо. Конечно, овладение инновационной культурой не может произойти мгновенно. Но, с одной стороны – чем дольше, тем больше будет невозвратных потерь. С другой – эффективное начало вполне реально и реализуемо довольно быстро и малыми силами, в пределах буквально 10-ти человек, при сравнительно незначительных материальных затратах. Необходима критическая масса освоивших, хотя бы основы, её. И некто – знающий ее основательно: глубоко и всесторонне. Конечно – на серьезной, активной, гармоничной, нравственно-созидающей, системно полной основе. Это крайне, принципиально важно. А экономическое становление и рост может быть коротким и энергичным – опираясь на идеи класса «знаю, что». Но не это главное, хотя и необходимое. Но и опасное, в случае его выпячивания, как первоочередного и основного.

В итоге. Мир будет сохранен, упрочен и развит, в соответствии с мечтой лучших людей планеты – героев, энтузиастов, боровшихся и борющихся за высшие идеалы, мечтающих о благе всех и каждого, о расцвете планеты Земля и выходе из космического тупика, если дело обновления мира (и человека!), Созидания его, люди мира и каждый, в том числе, возьмут в свои руки, приложив энергию, возможности, знания-умения и душу. На основе, с помощью специальной организации, разработанной (и апробированной) для всестороннего обеспечения всех этапов развития идеи-автора: от создания условий для рождения авторов-идей, действующих, вкладывающих души и творческий порыв, в созидание Мира, человека, Космоса (в греческом духе), пользу дела, а не корысти для. И далее – их социализации, развития, продвижения идей и их авторов, реализации и эффективного позитивного использования имеющихся и получаемых возможностей. При условии торможения негативной составляющей творческих результатов и негативного использования позитивных

И только так их результаты будут работать на Человека, а не на негодая, циника и прагматика (причем, прагматика, всегда в таком узком смысле, что их вернее было бы называть слепцами или идиотами. Ибо видят не «слона», а только его малую, и, обычно, не всегда решающую, основную часть оного... И решения, результаты – соответствующие!).

Примечание

А) – «Не бойся врагов – в худшем случае они могут тебя убить.

Не бойся друзей – в худшем случае они могут тебя предать.

Бойся равнодушных – они не убивают и не предадут, но только с их молчаливого согласия существует на земле предательство и убийство.» Бруно Ясенский

К этому замечательному высказыванию, необходимо добавить.

Равнодушными не рождаются. Ими становятся. Так как:

- нет социальной возможности, обеспеченности действовать успешно по велению ума и души (Совести);

- имеющаяся возможность не известна, не понята, не освоена (нет нужных знания, умений, опыта; нет действующей специальной системы).

Б) – Кстати В древней Греции (в Афинах) население делилось на три группы. Активно участвующих в политической жизни называли – политикос. Не желающих участвовать – идиотикос. Но с течением времени, последние, показали себя не с лучшей стороны, не умно. Трудно принимать умные решения, будучи не в курсе дела. И пошло с тех такое использование этого слова – идиот...

В) – Трикстер – греческий мифологический персонаж, который имитирует культуросообразную деятельность, но преследует при этом контркультурную цель. Он противопоставлен культурному герою и наделенный демонически разрушительными и комически-плутовскими чертами. Стремясь удовлетворить чашу или ненасытное желание, трикстер прибегает к обману, нарушает самые строгие табу (в том числе допускает кровосмешение), нормы обычного права и обыденной морали. Действуя асоциально и профанируя святыни, трикстер, тем не менее, большей частью торжествует над своими жертвами.



Трикстер в мифологии часто является братом-близнецом культурного героя, неумело, подражая которому, он создает дурные предметы (смерть, например) (Вопросы философии. 10. 1984. С.93). Добавлю – это торжество покоится, процветает на нашей пассивности и необеспеченности (организационной, материальной, технологической).

P.S. Кое-что в добавление

Один мой давний знакомый, д.э.н., хорошо знающий инновационную жизнь в Украине и принимающий в ней активное участие, познакомившись с этим материалом, написал мне следующее:

...Твои размышления, конечно, важны и даже необходимы – тем более, что Адам Смит писал:

КНИГА V. О ДОХОДАХ ГОСУДАРЯ ИЛИ ГОСУДАРСТВА

«... хотя в цивилизованном обществе существует мало разнообразия в занятиях большей части его членов, имеется налицо почти бесконечное разнообразие занятий общества в целом. Эти разнообразные занятия представляют почти бесконечное разнообразие предметов для размышления тех немногих, которые, не занимаясь сами каким-нибудь определенным делом, имеют досуг и проявляют склонность исследовать и наблюдать занятия других людей. Наблюдение над столь разнообразными предметами необходимо изощряет ум в бесконечных сравнениях и сопоставлениях и делает их умственные способности в чрезвычайной степени развитыми и восприимчивыми. Однако, если эти немногие не ставят в совершенно особое положение, их большие способности, хотя и лестные для них самих, могут очень мало содействовать хорошему управлению или счастью их общества. Несмотря на большие способности этих немногих, все более благородные стороны человеческого характера могут быть в значительной мере подавлены и уничтожены в главной массе народа. (с. 557-558)»

Но реалии таковы: стержневая фигура первой индустриальной революции, Джеймс Уатт – механик самоучка; стержневая фигура второй индустриальной революции, Майкл Фарадей – не имел систематического образо-

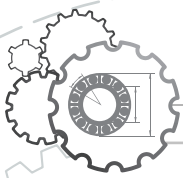
вания; стержневая фигура третьей индустриальной революции, Алан Тьюринг – криптограф, человек далекий от базовых проблем информационных технологий.

И ещё.

– Думаю, что, кстати, будет вспомнить и то, что сказал В. Шульгин о необходимости объединения честных:

«Существование этой силы, враждебной всякой власти и всякому созиданию, для меня, несомненно. От меня ускользает ее удельный вес, но представляется она мне иногда грозной. Мне кажется, что дрогнет, при каких-нибудь обстоятельствах, аппарат принуждения, там сейчас жизнью овладеют бандиты. Ведь они единственные, что объединены, остальные, как песок, разрознены. И можно себе представить, что наделают эти объединенные «воры», пока честные объединяются» (В. Шульгин, Опыт Ленина – депутат Государственной думы России, принимал отречение от царя, глубоко верующий, честный и умный, патриот – «Мы утверждаем, что именно вечное, бесконечное, неистребимое движение добра является той глобальной планетарной силой, которая объединяет сегодня человечество, независимо от геополитических, религиозных, экономических структур, и постепенно отмежевывает черные силы, которые сегодняшней коммерциализацией, личной экономической выгодой тормозят развитие фундаментализма постклассической науки XXI века. (Как его организовать и обеспечить необходимым (идеями, разработками, инновационно, кадрами, материально-технически, инициативой) – на это никто не ищет ответа!? По крайней мере, пока – только система САНИ – Дж.) ...

– Сегодня одаренных детей больше, но общество их не востребует.... Интеллигенция сегодня должна объединяться, должна выдвигать и реализовать новые пути эволюции» (конечно речь должна идти не только об интеллигенции, но и обо всех честных людях, людях доброй воли и дела, Центральным, стержневым принципом современной морали, должен быть активным и представляется следующим: Делай (!) другому то (и так), что ты хочешь, чтобы делали тебе (и как) – Дж.) – акад. РАМН В.П. Казначеев, 2005г.



А. Гетьман

Уникальная технология сварки различных металлов

В экономике многих государств сварочное производство является самостоятельной отраслью. В стремительном развитии технического прогресса технологии сварки востребованы во многих отраслях промышленности. На современном этапе, сварка деталей машин, конструкций и много другого требует новых решений целого ряда вопросов для соответствия необходимым требованиям.

Отметим, что последние 50 лет применение новых методов сварки вызвало коренные изменения в технологии изготовления котлов, труб и трубопроводов, морских и речных судов, нефтеаппаратуры, прокатных станков, мощных прессов и насосов, а также машин, и механизмов.

Однако, спрос на конкурентную продукцию вынудил изготовителей принять меры по уменьшению веса изделий и длительности их эксплуатации, заменяя сталь на алюминий и его сплавы. Появились новые технологии по сварке металлов с различными структурами. Сварка таких металлов явилась катализатором ускорения процесса сборки и изготовления конечной продукции. Самым простым и распространенным методом сварки разнородных металлов, в частности алюминия, его сплавов и сталей, является алитирование*. Однако, на сегодня такой процесс достаточно энергоемкий и требует дополнительных средств и времени для подготовки свариваемых деталей.

Существующая проблема требовала решения и Украинский научно-исследовательский институт «Прогресса технологий» нашел оригинальное решение метода сварки при помощи разработанного инновационного состава флюса (ноу-хау) с применением метода аргонодуговой сварки. Разработанный флюс, исключает необходимость предварительного алитирования перед сваркой, сталей, титана и других металлов с алюминием и его спла-

вами, что в значительной степени упрощает технологию и экономически эффективно для производства.

Применение данного инновационного флюса:

- резко увеличивает качество сварного шва и переводит его из разряда герметизирующего в разряд конструкционного;
- в случае необходимости позволяет осуществлять аварийную сварку в полевых условиях, без капитального демонтажа поврежденных частей или полностью конструкций;
- обеспечивает качество сварного шва после аварийных и механических повреждений;
- позволяет варить алюминий с алюминием при постоянном токе, при этом, улучшает качество сварного шва и уменьшает расход электродов в несколько раз.

Экономическая эффективность предлагаемого метода, доказана тестовыми испытаниями. Полученные результаты свидетельствуют, что себестоимость одного метра сварного шва, по предлагаемой технологии, составляет до \$8. В сравнении, себестоимость, одного метра сварного шва традиционным методом с применением предварительного алитирования, превышает \$110.

Описание технологии

Начнем с истории разработки технологии и создания флюсов. Еще в 2004 году специалистами института по заказу Одесского завода ПО «Кислородмаш» разработан и внедрен в производство данный флюс, а также, технологический процесс изготовления и применения его в условиях машиностроительного завода.

Настоящий технологический процесс из-за своей простоты, качества сварки и экономической эффективности применяется заводом при производстве воздуха – газоразделительных установок.

* Алитирование – покрытие поверхности алюминием для защиты изделия от окисления при высоких температурах и сопротивления атмосферной коррозии, один из методов защиты и упрочнения деталей и машин. Технологический процесс алитирования стали достаточно сложен. (Прим. ред.)

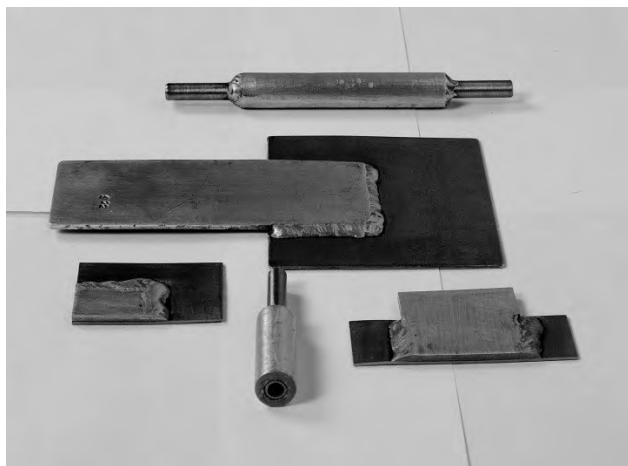
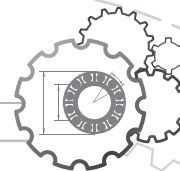


Рис. 1. Алюминий, приваренный к легированной стали, алюминием без предварительного алитирования стали.

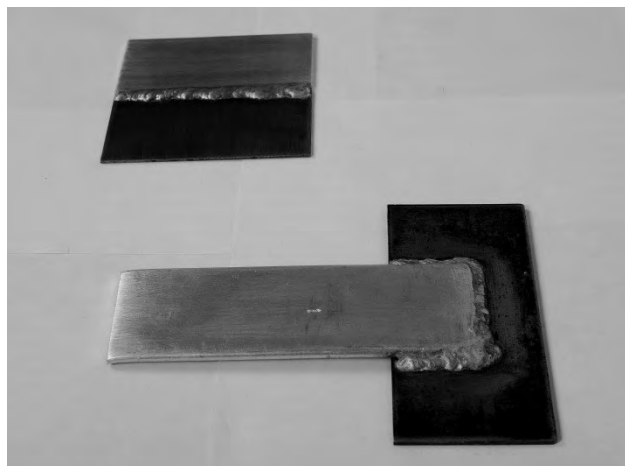


Рис. 2. Алюминий, приваренный к черной стали, алюминием, без предварительного алитирования стали

Процесс сварки весьма прост. Предварительно очищенные поверхности свариваемых деталей при помощи аргонодуговой сварки (вручную или полуавтоматически) сваривают. В зону сварочной дуги подается флюс. В случае полуавтоматической сварки флюс подается в зону дуги одновременно с подачей сварочной проволоки.

Факт положительных результатов применения и эффективности сварки алюминиевых сплавов с другими металлами без предварительного алитирования, с достаточной степенью уверенности дает нам право, предлагать внедрение настоящего технологического процесса в производствах различных отраслей.

После производственных испытаний первого состава флюса для сварки алюминия с нержавеющей сталью (рис. 1) без предварительного алитирования, было разработано несколько новых технологий и составов флюса. Одним из первых был разработан состав для сварки алюминия со сталью, алюминиевым электродом (рис. 2).

В процессе дальнейших исследований, нами было получено еще несколько положительных результатов и разработок. В итоге были найдены решения, когда два разных металла или сплавы металлов, приваривали третьим металлом или сплавом металлов.

Например, Титан, приварили к стали, алюминием. Титан к легированной стали, алюминием. Титановый сплав к легированной стали – алюминием. Никель к легированной стали титаном. Никель к стали алюминием.

Никель к стали латунью, бронзу к легированной стали латунью и др.

А также были найдены варианты, когда два одинаковых металла приварили другим металлом или сплавом металлов. Например, никель, приварили к никелю титаном. Никель, к никелю легированной сталью. Латунь к титану – латунью.

В дальнейшем, в процессе разработок было найдено много различных и интересных вариантов и комбинаций сварки. Среди них: дюралюминий, приварили к легированной стали, алюминием, (рис. 3). Силумин к силумину – алюминием. Силумин к алюминиевому сплаву – алюминием, алюминий к меди, алюминием, алюминий к алюминию, алюминием при постоянном токе, алюминий к никелю – алюминием. Титан к титану алюминием. Титан

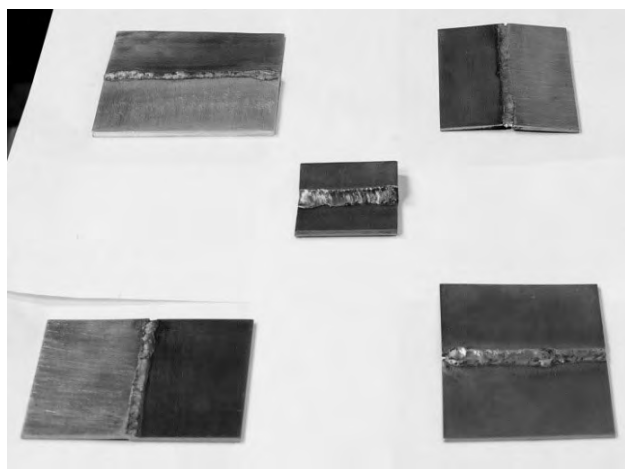


Рис. 3. Латунь, приваренная к титану, алюминию, легированной и черной стали, алюминием и латунью, без предварительного алитирования металлов



к легированной стали, титаном. Титан к стали, алюминий, титан к легированной стали, алюминий, титановый сплав к легированной стали – алюминий, никель к титану, алюминий, латунь, приваренная к титану, алюминию, легированной и черной стали (рис. 3), алюминий и латунью и другие, казалось бы, несовместимые на первый взгляд варианты металлов. Но, как оказалось, пределов вариантов для сварки нет.

Квинтэссенция данных разработок заключается в простоте и технологичности процесса сварки и самое главное в экономической конкурентоспособности и привлекательности. Главное преимущество в том, что аналогичных технологий в мировой практике не существует.

Отрасли применения

Технология сварки алюминиевых сплавов со сталями будут востребованы в производстве криогенной техники, судостроении, авиационной и военной промышленности, а также в строительстве и на усмотрение производителя.

Ориентировочная потребность таких сварных швов, только в странах СНГ, составляет сотни метров в день. В Украине предлагаемая технология может широко использоваться в стройиндустрии, машиностроении при изготовлении транспорта: электровозы, тепловозы, самолеты, вертолеты, морские и речные суда. Ярким примером применение сварки различных металлов является производство морских судов для перевозки сжиженного природного газа, основным изготовителем которых, является Корея и Япония.

Чтобы понять, какие объемы сварки разнородных металлов нужно произвести чтобы построить судно-газовоз, приведем краткое описание на примере СПГ-танкера типа Moss (сферические резервуары, рис. 4).

Отличительной особенностью судов газовозов типа Moss, составляющих на сегодняшний день 41% мирового флота метановозов, являются самонесущие резервуары сферической формы, которые, как правило, изготавливаются из алюминия и крепятся к корпусу

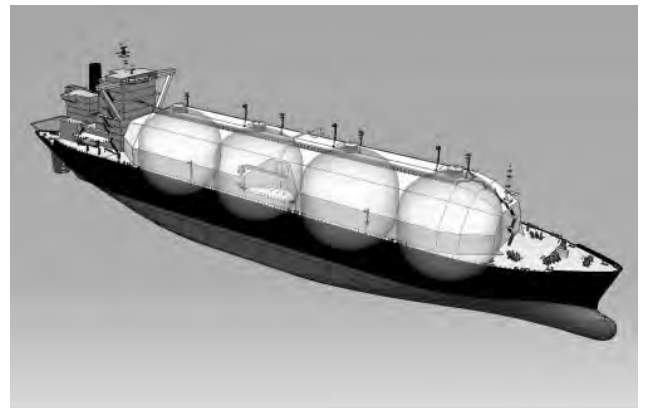


Рис. 4. Танкер газовоз

судна при помощи манжета по линии экватора резервуара. На 57% танкеров-газовозов применяются системы трехмембранных резервуаров (система GazTransport, система Technigaz и система CS1).

В мембранных конструкциях используется гораздо более тонкая мембрана, которая поддерживается стенками корпуса.

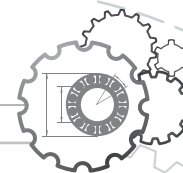
Система GazTransport включает в себя первичную и вторичную мембраны в виде плоских панелей из инвара, а в системе Technigaz первичная мембрана изготовлена из гофрированной нержавеющей стали.

В системе CS1 инварные панели из системы GazTransport, выполняющие роль первичной мембраны, сочетаются с трехслойными мембранами Technigaz (листовой алюминий, помещенный между двумя слоями стеклопластика) в качестве вторичной изоляции.

Сами резервуары, элементы мембран и панели состоят из разнородных металлов, стыки которых выполняются при помощи сварочных соединений.

Эти элементы, мы и предлагаем сваривать по разработанной нами технологии.

Разработанные методы сварки с применением инновационных составов флюсов будут эффективными для сварки двух различных металлов, а при необходимости, позволят сварить различные металлы, третьим металлом и найдут применение во многих отраслях промышленности.



В. Татаренко

Самолет с капсулой спасения

Желаешь оставить след в истории спасения авиапассажиров – стань инвестором первого в мире авиации безопасного самолета. Преодолеть все трудности сможет сильная вера в идею и польза, которую она принесет миру.

Уровень безопасности полетов в последние годы значительно улучшился, подкрепленный новыми технологиями, навигационными системами, усовершенствованием двигателей, применением конструкций, таких как безопасно разрушаемые, с использованием композиционных материалов на основе графена и других мероприятий.

Одновременно с этим, стандарты обучения экипажа и управление безопасностью тоже стали заметно выше. Такие инновации, как системы электронных коммуникаций, позволяющие пилотам и диспетчерам общаться друг с другом посредством текстовых сообщений, способствуют дальнейшему повышению авиационной безопасности.

Однако, практически без изменения осталась главная причина авиакатастроф – человеческий фактор (Ч.Ф).

Основными аспектами человеческого фактора (табл. 1) являются: профессиональный, эргономический, психологический, психофизиологический, внешняя среда, социальный.

Профессиональный аспект включает в себя: принятие неправильных решений, неа-

декватного восприятия возникшей ситуации, и действия при реализации таких решений.

Под эргономическим аспектом понимается ошибка экипажа, вызванная недостаточным учетом свойств и возможностей человека при конструировании того или иного устройства, компоновки кабины, слабая наглядность приборов, их недостаточная освещенность, неудобное место на приборной доске, затрудненность в считывании и понимании показаний, противоестественное расположение рычагов и органов управления, недостатки нормативной документации, сопровождающей летную эксплуатацию.

Психологический аспект:

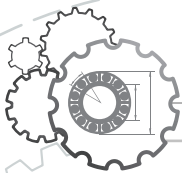
- сниженная способность командира экипажа к мгновенному прогнозированию развития возникшей ситуации;
- недостаточно объективная самооценка;
- склонность к принятию необоснованных решений;
- пониженная стрессоустойчивость;
- неполная психологическая совместимость экипажа.

По словам Хеннинга Хаагена, директора по авиационному страхованию AGCS в Европе, Ближнем Востоке, Африке и Азиатско-Тихоокеанском регионе:

«Растущая стоимость авиапарка и рост числа пассажиров ожидаемо приведут к среднегодовой общемировой совокупной страховой сумме в \$1 триллион к 2020 году».

Таблица 1. Основные причины авиационных происшествий

Причины происшествя	%	Классификация причин
Нарушение пилотами стандартной процедуры	13	Человеческий фактор
Недостаточный перекрестный контроль со стороны второго пилота	26	Человеческий фактор
Конструктивные недостатки	13	
Недостатки технического обслуживания	12	Человеческий фактор.
Отсутствие наведения при заходе на посадку	10	Человеческий фактор
Игнорирование командиром сообщений членов экипажа	10	Человеческий фактор
Ошибка службы управления воздушным движением	1	Человеческий фактор
Другие причины (погода, птицы)	15	



Уровень компенсаций зависит от того, какую международную конвенцию признает та или иная страна – Монреальскую или Варшавскую.

Авиакатастрофы занимают одну из верхних строчек среди различных причин крупных страховых случаев в части количества (23%) и стоимости убытков (37%), наземные инциденты с самолетами также приводят к значительному количеству убытков.

Исключение влияния на авиапроисшествия ЧФ мы видим только в изменении существующей концепции проектирования, конструирования, изготовления и эксплуатации самолетов, при этом, сохраняя и улучшая технические характеристики аналогов, а также улучшая их экономические показатели.

Повышая безопасность полетов, современные и будущие самолеты должны обеспечивать эффективную логистику на принципах контейнерных перевозок. Это позволит сократить время пребывания самолета в аэропорту и увеличит прибыль авиакомпании.

Безопасный самолет с верхним расположением крыльев

Технические решения безопасности для самолетов с верхним расположением крыльев изложено в патентах UA88319, UA114696 и опубликовано в международной заявке WO/2017/146666A1 (рис. 1,2) и международной заявке WO/2018/067100A1.

Самолет для спасения пассажиров при аварийной ситуации с улучшенной логистикой состоит из верхней (планер) и нижней (капсула) частей. Планер обладает возможностью совершения управляемого полета без капсулы. Планер состоит из фюзеляжа, кабины

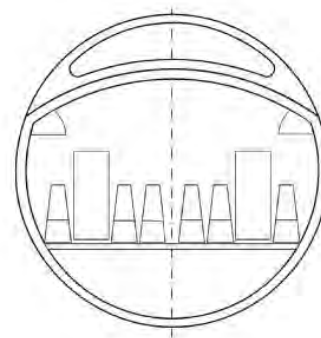


Рис. 2. Технические решения безопасности для самолетов с верхним расположением крыльев (разрез)

пилотов, крыльев, хвостового оперения, двигателей, шасси и других узлов. Капсула спасения для обеспечения ориентации и сопряжения с планером имеет ступенчатые выступы, при этом одна из ступеней выполнена конусно-сферической для облегчения ориентации и сопряжения с ответными пазами в торце планера. В верхней части капсулы установлены датчики автоматической системы парковки с выводом информации на пульт пилота и водителя транспортного средства, входящего в комплект поставки самолета.

Планер может быть оборудован для одновременной перевозки двух и более капсул различного назначения, например, для перевозки пассажиров любого класса комфортности, грузов, военной техники, госпиталей, воды для тушения пожаров, топлива. В то же время, капсула должна быть жесткой, прочной, герметичной, теплоизолированной, изготовленной из углеволокон, углепластиков или карбона для прочности и легкости.

В капсуле размещен пассажирский или грузовой отсек, герметичные двери в перед-

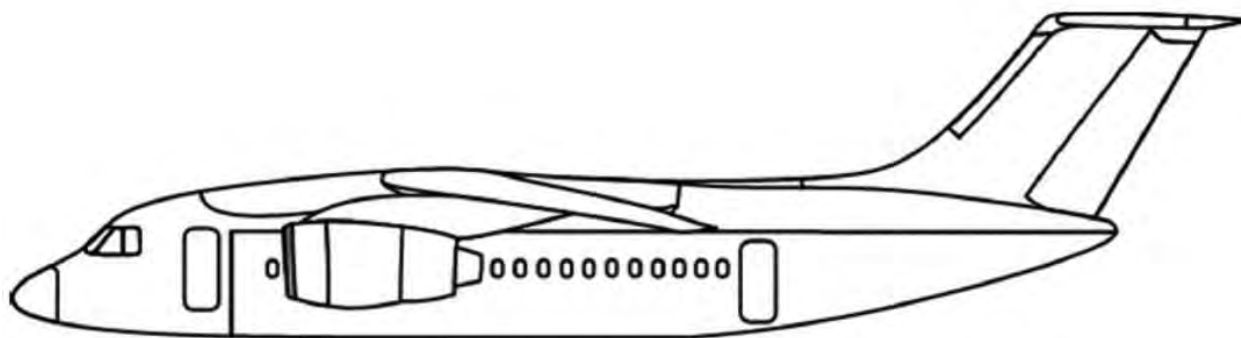


Рис. 1. Технические решения безопасности для самолетов с верхним расположением крыльев (общий вид)

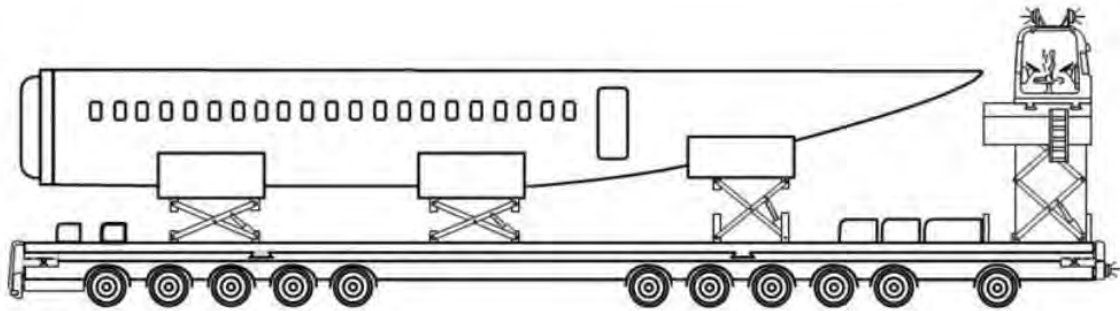
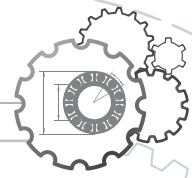


Рис. 3. Транспортное средство, вид сбоку

нем и заднем концах, верхний отсек для парашютно-реактивной системы, полки для ручного багажа. Верхний отсек снабжен автоматически открывающимися и закрывающимися люками. Объемы пространства для пассажирских кресел, буфета, туалета, рабочих мест стюардов и др. определяются назначением самолета, то есть является ли он пассажирским, грузопассажирским, грузовым или военно-транспортным.

В капсуле имеются резервные кресла для экипажа, которые они могут занять при аварийной ситуации.

Дверь кабины пилотов планера и двери капсулы находятся на одном уровне для быстрого и комфортного перехода в капсулу.

Кабина пилотов планера самолета кроме устройств и приборов управления оснащена устройством для подачи электрических, электронных и радиокоманд в необходимой последовательности по реализации программы отсоединения капсулы и ее десантирования.

В капсуле размещены надувные понтоны для смягчения удара при посадке на землю и обеспечения плавучести при приводнении. Каждое кресло пассажира оборудовано автоматическими поясами безопасности для фиксации тела, надувными спасательными жилетами, а также кислородными масками.

В нижней части планера выполнены сквозные отверстия для прохождения кронштейнов, соединяющих его с капсулой в замок. Внизу планера также расположены реверсивные пневмо/газотолкатели, подключенные к сети сжатого воздуха/инертного газа. Нижние части штоков кинематически посредством сферических шарниров, исключая перекосы, связаны с фиксаторами, обеспечивающими жесткую, но разъемную связь планера и

капсулы между собой в положении стыковки/расстыковки.

В капсуле горизонтально закреплены реверсивные пневмо/газо шиберы, штоки которых по команде пилотов или по кодированной команде с земли размыкают корпус планера и капсулы путем давления на кронштейны капсулы. В торце капсулы установлены фиксаторы, сопрягаемые с отверстиями в шпангоутах задней стенке кабины пилотов. В торце шпангоута кабины пилотов выполнены замкнутые круговые направляющие поверхности, соответствующие профилю и размерам торца капсулы.

Для реализации функции значительного уменьшения времени стоянки в аэропорту и логистики, в комплект системы спасения входит транспортное средство (ТС) для перевозки капсулы и стыковки/расстыковки ее с планером самолета.

Ходовая часть ТС обеспечивает езду как по шоссейным дорогам, так и по рельсам. ТС (рис. 3,4) укомплектовано силовой установкой, вакуумной станцией, электрическим генератором, воздушной и гидравлической станциями. Кабина водителя ТС может перемещаться

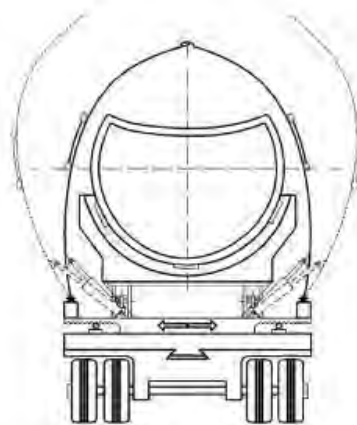
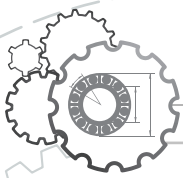


Рис. 4. Транспортное средство, вид сзади



вправо – влево для постоянного наблюдения водителем и пилотом за процессом стыковки и расстыковки капсулы и планера самолета.

На поперечном суппорте ТС в районах силовых шпангоутов размещены ножничные подъемники, на которых смонтированы ложементы для размещения и фиксации на них капсулы. Для прочной фиксации капсулы ложементы оснащены воздушными подушками с вакуумными присосками.

Для предохранения капсулы от внешних воздействий ТС оборудовано кузовом с криволинейными автоматически поворотными бортами.

Направления использования изобретения

Самолет для спасения пассажиров и/или грузов при аварийной ситуации с уменьшенным временем стоянки в аэропорту и ТС позволяют путем взаимодействия решить несколько задач:

- спасение пассажиров и/или грузов при аварийном происшествии;
- оптимизировать логистику и повысить качество обслуживания пассажиров, обеспечить посадку пассажиров за пределами аэропорта и терминала и обеспечить доставку их непосредственно к самолету и наоборот – от самолета в город, железнодорожный или автомобильный вокзал, к станциям метро и другие места;
- сократить транспортные потоки в аэропорт и обратно, уменьшить емкость парковок автотранспорта в аэропортах;
- увеличить время нахождения самолета в полете путем уменьшения времени нахождения его на земле;
- уменьшить время маневрирования самолета в аэропорту, что дает возможность экономить топливо;
- использовать один и тот же планер, путем смены капсул, как для перевозки пассажиров, так и для доставки грузов, военных подразделений, военной и другой техники.

В качестве примера, предложенные изобретения могут быть использованы в министерстве обороны для быстрого перемещения войск и техники для всестороннего обеспечения наступательного боя, встречного боя, оборонительного боя и закрепления освобожденной территории.

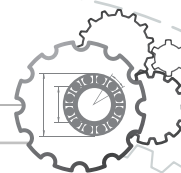
Транспортировка войск воздушным транспортом менее других способов подвержена воздействию оружия массового поражения, обеспечивает быструю переброску войск на большие расстояния в любом направлении и в районы практически недоступные для других видов транспорта, через обширные зоны заражения, районы разрушения, пожаров и затоплений. К недостаткам можно отнести зависимость от метеорологических условий, наличия подготовленных аэродромов и площадок для погрузки и выгрузки войск.

Современные средства десантирования вооружения, военной и специальной техники, грузов, можно разделить на парашютно-бесплатформенные (ПБС), парашютно-реактивные (ПРП), парашютные платформы (ПП). Применение их позволяет десантироваться и планировать в точку приземления с горизонтальной скоростью не менее 10м/сек. В результате подразделение при посадке рассредоточивается на значительные расстояния и много времени затрачивается на сбор для вступления в бой в составе боевой единицы. Недостатком также является необходимость после приземления освобождения боевой техники от средств швартовки и парашютных систем, подготовка техники к передвижению и бою, которая требует значительного количества усилий и времени, при этом страдает безопасность.

Десантирование техники и десанта в капсулах позволит сократить время вступления в бой до минимума и обустроить быт личного состава.

Капсулы должны быть соответственно оборудованы для: разведывательных групп и диверсантов, личного состава, боеприпасов, боевых машин пехоты, бронетранспортеров, боевых машин десанта, артиллерии, мотор-генераторов, кухонь и столовых, госпиталей, топлива для техники, бань и принятия душа, питьевой воды и др.

Очередность погрузки капсул и взлета самолетов определяется командным составом передислоцируемой части. В зону боевых действий самолеты летят в сопровождении истребителей и штурмовиков. Доставив и сбросив капсулы в заданный район, самолеты возвращаются для погрузки и доставки следующих капсул, например, оборудованных под госпиталь и другие потребности для ведения боя и продолжения миссии.



Рассмотрим два варианта погрузки:

- под погрузку подаются самолеты (планеры) с уже встроенными в них необходимыми капсулами;
- самолеты (планеры) подаются под погрузку без капсул.

В первом случае пилот опускает рампу капсулы, по которой в капсулу входит и размещается в ней личный состав и своим ходом въезжает техника или загружаются боеприпасы. В самолет с капсулой, оборудованной под госпиталь загружаются медикаменты и размещается медицинский персонал. Каждая специализированная капсула оборудована устройствами для фиксации груза.

Во втором случае капсула уже находится на ТС, грузы закрепляются пневмоподушками, и подвозится к самолету (планеру). Далее ТС ориентирует капсулу соосно с планером и производит установку капсулы на планер. Все опе-

рации производятся под наблюдением водителя ТС и по окончании стыковки ТС выезжает из-под планера. Самолет выруливает на взлётно-посадочную полосу аэродрома и летит в пункт назначения.

Сразу после приземления капсулы в заданном районе, прибывшие войска вступают в бой, поддержанные выехавшей из капсулы техникой, которая способна вступить в бой немедленно, так как экипаж находится в ней в процессе приземления капсулы. После выполнения миссии, капсулы вывозятся вертолетами или другими подходящими средствами на подходящее место для дальнейшего использования по назначению.

Для хранения капсул предусмотрен многоярусный терминал (рис. 5). Такой терминал для хранения капсул и ТС позволяет минимизировать простой самолета при загрузке и разгрузке, а также ускоряет работу аэропортов, улучшает обслуживание и логистику, экономит площадь.

Вместо парашютно-реактивных систем для плавного спуска капсул могут быть использованы тормозные блоки, включающие контейнеры с расположенными в них с возможностью индивидуального управления от контроллеров импеллерными электродвигателями (импеллер – лопаточная машина, заключённая в кольцо), получающими электропитание от литий-воздушных /литий-ионных/ литий-полимерных аккумуляторов. Импеллерные двигатели построены на основе вентильных реактивных электродвигателей (рис. 6).

Реактивные импеллерные двигатели имеют в 4 раза меньшую стоимость, значительно большую надежность, более широкий диапазон частот вращения, более широкий диапазон рабочих температур, не имеют ограничений по мощности, на изготовление

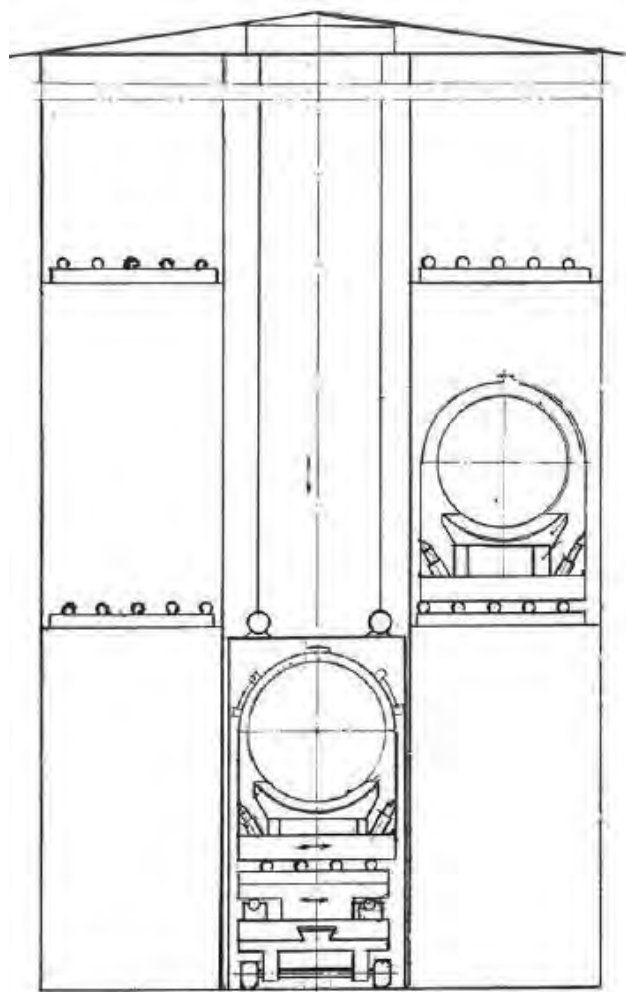


Рис. 5. Многоярусный терминал

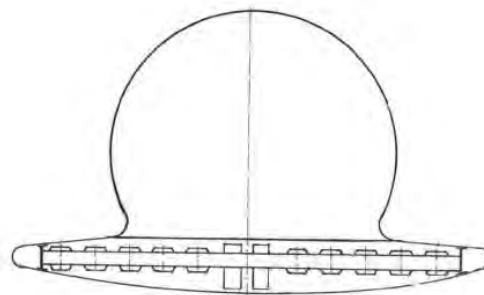
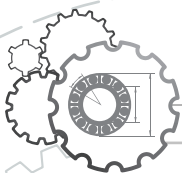


Рис. 6. Импеллерный двигатель



их требуется в 2÷3 раза меньше меди, чем для коллекторного электродвигателя такой же мощности, и в 1, 3 раза меньше меди, чем для асинхронного электродвигателя. Трудоемкость изготовления вентильного реактивного электродвигателя составляет на 70% меньше трудоемкости изготовления коллекторного и на 40% меньше трудоемкости изготовления асинхронного электродвигателя. Частота вращения вентильных реактивных электродвигателей может превышать 100 000 оборотов в минуту, коэффициент полезного действия (КПД) может достигать 95÷98%.

Стоимость вентильного реактивного электродвигателя является самой низкой из всех известных электрических машин. Экономическая эффективность повышается в результате существенно меньшего расхода электроэнергии, обусловленного высоким КПД и применением стратегий управления в динамических режимах работы. Реактивные импеллерные двигатели на базе вентильных реактивных электродвигателей обеспечивают плавное и безопасное снижение отделяемой от планера самолета капсулы спасения.

Капсула спасения в этой конструкции самолета может быть выполнена во всю длину планера. В ней выполнен вертикальный сквозной проем для передней стойки шасси (один из вариантов, рис. 7), капсула снабжена овальными крыльями с размахом, превышающим диаметр капсулы, в центре овалов на аэродинамических растяжках (рис. 8) расположены импеллерные электрические двигатели, а в пространстве между нервюрами и внутрен-



Рис. 7. Один из вариантов капсулы спасения, пассажирский салон

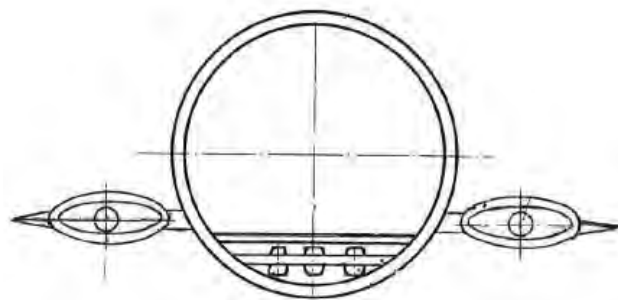


Рис. 8. Расположение импеллерных электрических двигателей на растяжках капсулы

ней и наружной обшивкой овальных крыльев размещены: надувные средства приводнения, ударопоглощающие демпфирующие подушки для мягкой посадки, баллоны со сжатым воздухом/газом, обеспечивающие автономную систему газонаполнения, аппаратура по определению характера поверхности приземления, барометрические высотомеры, радиомаяки для определения места посадки, средства газового пожаротушения.

Размещенные в контейнерах тормозных блоков капсулы импеллерные/пропеллерные электродвигатели скомпонованы в отдельные секции, каждая из которых поворотной расположена в раме контейнеров и получает управляемый поворот от шаговых электродвигателей, закрепленных на раме контейнеров.

Безопасный самолет с нижним расположением крыльев

Технические решения безопасности для самолетов с нижним расположением крыльев изложено в патентах UA116486, UA118952, которые прошли международную экспертизу (PCT/UA2016/000058) и опубликованы (WO2017/188911A1) «Способ посадки и высадки пассажиров воздушного судна со сниженным временем стоянки, воздушное судно и транспортное средство для его реализации».

Комплекс изобретений касается способа перемещения груза такого как пассажиры, их багаж, гражданская и военная техника. Он также касается взаимодействия самолета с капсулой и ТС.

Известно, что предполетная обработка пассажиров (контроль, регистрация, паспортный контроль, таможенный контроль, обработка багажа и другие действия начинаются тогда, когда самолет подается на посадку. В результате самолет находится на стоянке в течение всего времени досмотра и оформления.

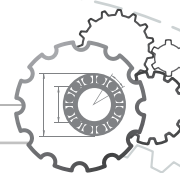


Рис. 9. Концепт самолета с нижним расположением крыльев

Кроме этого, доставка пассажиров тем или иным образом к самолету и рассаживание их на места в небольшом региональном самолете занимает много времени. Это приводит к тому, что время стоянки самолета на земле превышает время, необходимое для предполетных работ, таких как заправка топлива, регламентные и технические проверки, уборка пассажирского салона, подготовка пилотами плана полета.

Известно также, что конфигурация салона самолета определяется при проектировании и изготовлении самолета. Авиакомпаниям, у которых имеется необходимость предлагать различные типы салонов пассажирских кабин с различными уровнями комфорта, должны иметь несколько самолетов. Это неоправданно дорого. Более того, некоторые модификации могут быть редко востребованы.

Поэтому, у авиакомпаний появляется желание не менять самолеты под требования рынка, а иметь базовые самолеты – носители нескольких разных кабин (капсул): пассажирских, грузовых, военно-транспортных и др. их быстрая взаимозаменяемость обеспечит возможность базовому самолету до 90% времени проводить в полете, а не на земле.

Успехи в применении углеволокон и карбонов, обеспечивающих дополнительную к традиционным материалам легкость и прочность, позволяет скомпенсировать вес независимых съемных кабин/капсул, которые будут иметь механизмы сцепления/соединения/рассоединения с фюзеляжем, при этом авиакомпаниям представится дополнительная возможность заработка на логистике.

Предлагаемый концепт самолёта (рис. 9, 10) состоит из фюзеляжа, крыльев, шасси, двигателей, носового и хвостового обтекателя, киля, съёмного кабинного модуля/капсулы для пассажиров/грузов. Носовой обтекатель включает кабину пилотов и поперечную наклонную стенку, образующую приемное пространство для капсулы.

Хвостовая часть самолета также имеет поперечную наклонную стенку. Между стенками обтекателя и хвостового оперения помещена пассажирская/грузовая капсула, образующая верхнюю и боковые стороны самолета.

Транспортное средство (стыковочный модуль) для перевозки и фиксации капсулы между наклонными стенками состоит из шасси, силового агрегата, механизмов управления и кабины водителя, рамы, подрессо-

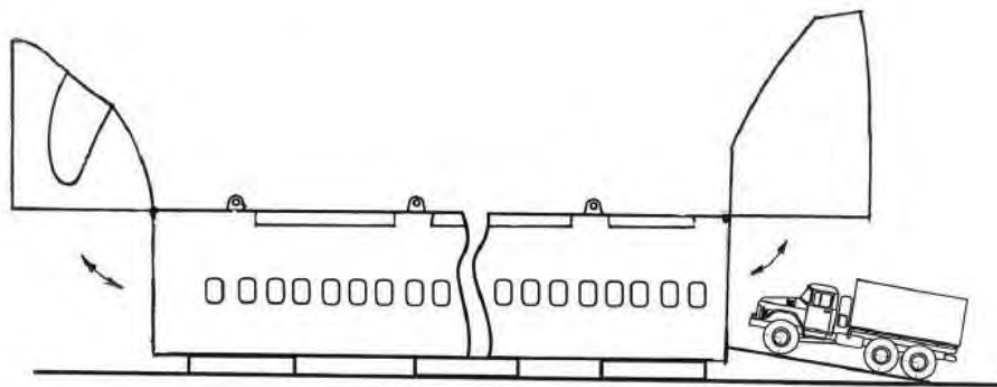


Рис. 10. Вариант загрузки техники в капсулу спасения

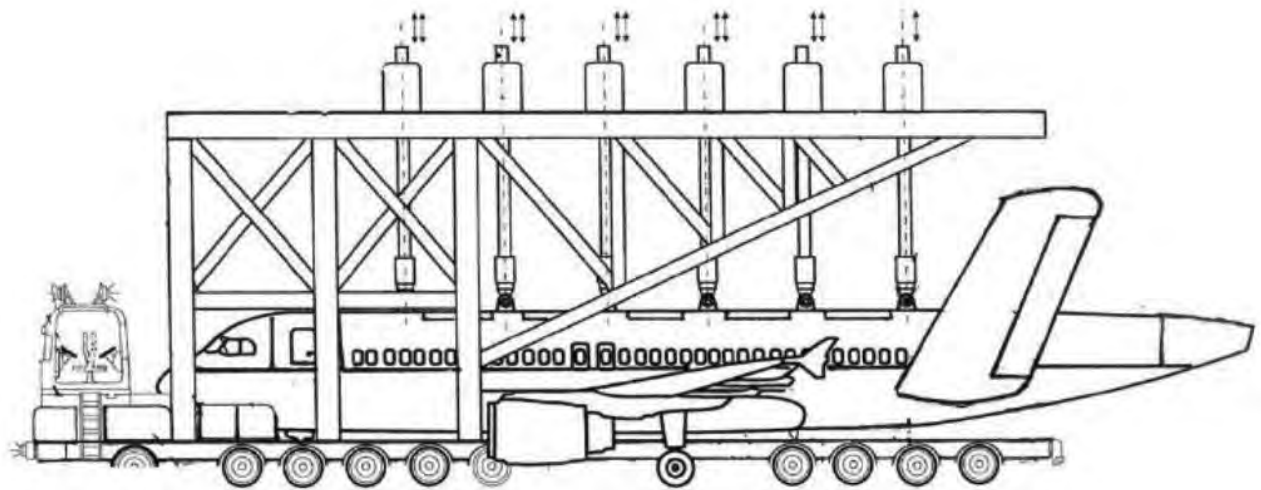


Рис. 11. Транспортное средство (стыковочный модуль)

ренной платформы, трансмиссии, тормозной системы, гидравлической и пневматической станций. Шасси выполнено с независимыми приводами колес. Техническое решение ТС (рис. 11) направлено на сокращение времени подготовки самолета к полету в условиях терминала аэропорта.

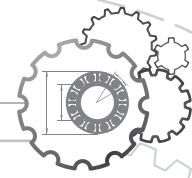
Развитием рассмотренного технического решения является концепт, позволяющий отделять капсулу в полете, придавая ей функцию капсулы спасения. Речь идет о создании многоцелевого универсального авиационного комплекса, состоящего из самолета, капсулы спасения и ТС для перевозки и стыковки капсулы, причем перевозка ее может осуществляться по автомобильным дорогам и железной дороге.

Капсула спасения выполнена во всю длину фюзеляжа и в ней находится запасная с уменьшенным количеством органов управления кабина пилотов. Вверху капсулы расположены отсеки для парашютно-реактивных систем. Или внизу расположена тормозная установка на основе импеллерных реактивных вентилях электродвигателей. В обоих случаях внизу капсулы спасения также расположены надувные эластичные емкости для уменьшения силы ударов при приземлении и обеспечения плавучести при приводнении.

Шасси ТС оснащается комплектом расположенных на разных осях в соответствии с шири-

ной железнодорожной колеи дополнительных колес для езды по рельсам, которые по мере необходимости по команде водителя могут автоматически выдвигаться относительно пневматических автомобильных колес для езды по рельсам или убираться на величину клиренса ТС при езде по автодорогам и терминалу аэропорта.

Для того, чтобы при десантировании капсула не задела кили хвостового оперения, самолет выполнен по схеме разнесенных по обе стороны фюзеляжа килей, поворотно вокруг горизонтальной оси закрепленных на конце стабилизаторов. При этом, расстояние между килей должно превышать наибольший диаметр капсулы для создания достаточных симметричных зазоров с обеих сторон нижней части фюзеляжа, кили закреплены на концах стабилизаторов с возможностью поворота по команде пилота или автоматически по команде с земли на 180° вокруг продольной оси стабилизатора во время десантирования капсулы. Кабина пилотов выполнена внизу нижней части фюзеляжа под капсулой и сверху имеет потолочный люк для входа-выхода летчиков в капсулу во время аварийной ситуации. В капсуле имеются сдублированные органы управления для ориентирования ее во время снижения и посадки с целью выбора наиболее приемлемого места приземления или приводнения.



А. Халатов, І. Карп, Б. Ісаков
Інститут технічної теплофізики НАНУ

Термодинамічний цикл Майсоценка

Швидке зростання вартості вуглеводнів і забруднення навколишнього середовища спонукають людство шукати альтернативні джерела енергії. Одним із потенційних невичерпних джерел енергії, наявних практично в будь-якій точці світу, є природна нерівновага атмосферного повітря у формі різниці температур сухого і мокрого термометрів (психрометрична різниця температур, або різниця температур атмосферного повітря і повітря, що контактує з водою, яка випаровується).

До того як стали відомими дослідження американського вченого, колишнього нашого співвітчизника професора В. Майсоценка, цю різницю, зважаючи на її незначну величину, практично не використовували. В. Майсоценко першим показав, як можна застосувати її на практиці і створити нові технології й устаткування. Вбачається, що робота В. Майсоценка є новим та істотним кроком у термодинаміці вологого газу, а її результати можуть сприяти значному прориву в галузі створення енергетичних установок з високими характеристиками й нових тепло- і масообмінних та енергоощадних технологій. Нижче розглянуто деякі приклади практичного використання циклу Майсоценка, що становлять значний інтерес для економіки України.

Цикл Майсоценка

Висока психрометрична різниця температур може бути реалізована в тепломасообмінному апараті непрямого випарного охолодження з протитечійним рухом повітря (газу) в системі сухих і вологих каналів. У такому пристрої створюються розділені потоки повітря, один із яких штучно зволожується, а інший – охолоджується. Оскільки процеси тепло- і масообміну, що відбуваються в апараті, близькі до оборотних термодинамічних процесів, у ньому досягається максимальний ефект охолодження повітря з мінімальними втратами енергії. Якщо ступінь термодинамічної досконалості системи близький до одиниці, теоре-

тичною межею охолодження повітря в протитечійному апараті непрямого випарного охолодження є температура точки роси.

Зазначимо, що в традиційному апараті випарного охолодження граничною температурою охолодження є температура охолоджуваного повітря за мокрим термометром. Ґрунтуючись на теоретичних положеннях термодинаміки вологих потоків, професор В. Майсоценко запропонував новий термодинамічний цикл, відомий як цикл Майсоценка (Maisotsenko cycle), або М-цикл (M-cycle), і запатентував його в різних країнах. Цей винахід відкрив шлях до використання психрометрич-

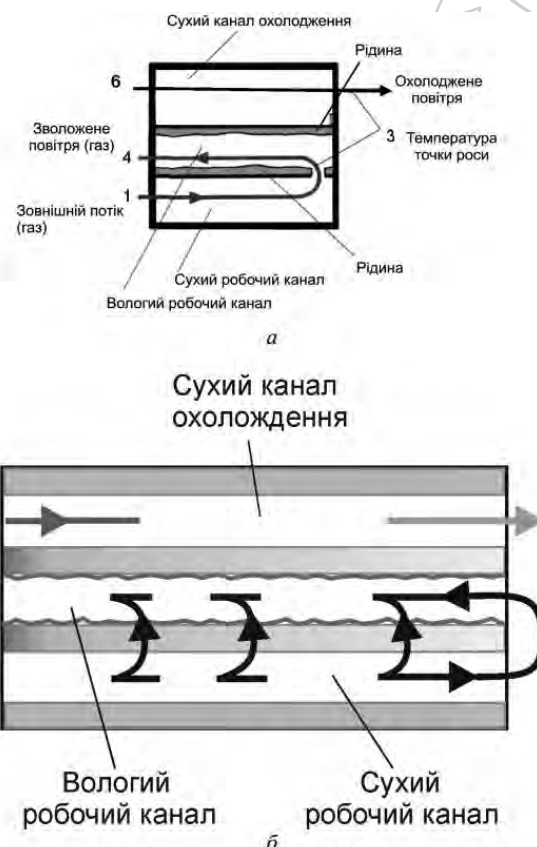


Рис. 1. Комірка протитечійного тепломасообмінного апарата непрямого випарного охолодження [1–4]: а – схема з дискретним подаванням охолодженого повітря (точки 1, 3, 4, 6 показано на рис. 2); б – схема з безперервним подаванням охолодженого повітря

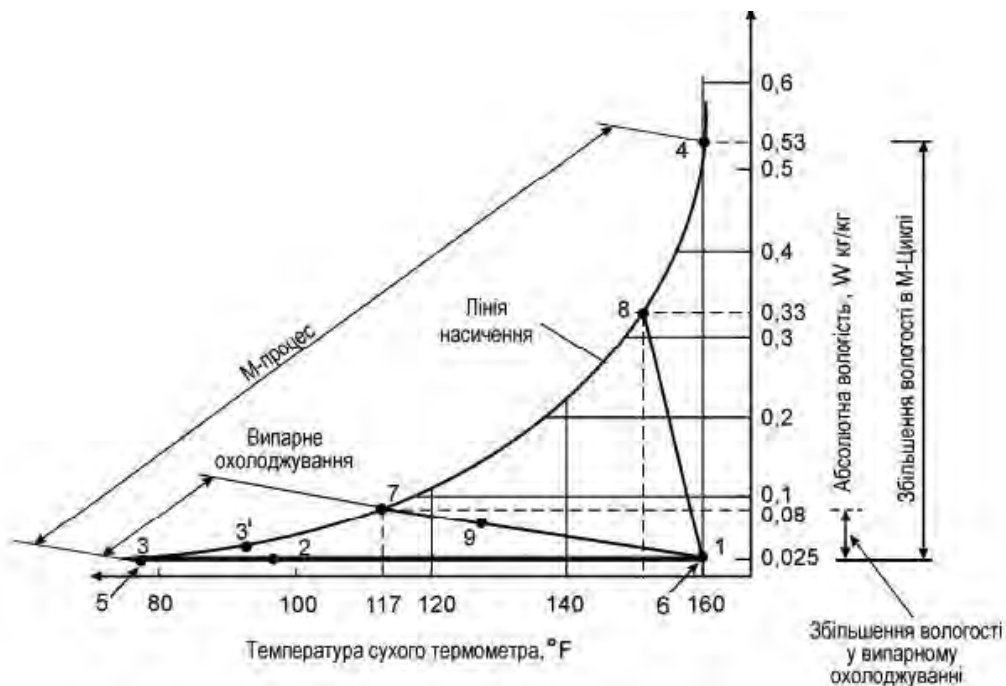
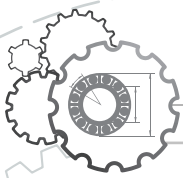


Рис. 2. М-цикл на психрометричній діаграмі [1, 2]: 1–3 – охолодження повітря в сухому робочому каналі; 3–4 – нагрівання і зволоження повітря у вологому робочому каналі; 4–1 – повернення повітря до вихідного стану

ної різниці температур для різних застосувань [1–4], що дало змогу створити ефективні пристрої відновлюваної і традиційної енергетики, а також нові тепло- і масообмінні технології з високими техніко-економічними показниками [3–8].

Схему комірки протитечійного тепломасообмінного апарата з двома незалежними потоками повітря і дискретним подаванням охолодженого повітря показано на рис. 1а [5–8]. Зовнішній потік, потрапляючи в сухий робочий канал, охолоджується внаслідок контакту із внутрішньою поверхнею вологого робочого каналу, де відбувається випаровування води. В ідеальних умовах на вході у вологий робочий канал повітря досягає насиченого стану, а його температура – температури точки роси (рис. 1, точка 3). Під час випаровування води у вологому робочому каналі температура повітря, що контактує з вологою стінкою, поступово знижується, оскільки на випаровування витрачається власна енергія повітря, що відповідає прихованій теплоті випаровування. Рухаючись у вологому каналі, повітря зберігає насичений стан, а його абсолютна вологість зростає. В окремих випадках можливе використання схеми з безперервним подаванням охолодженого повітря у вологий канал (рис. 1б).

Ідеальний протитечійний тепломасообмінний апарат непрямого випарного охолодження є системою елементарних комірок на зразок зображеної на рис. 1. Його лабораторні випробування показали, що температура повітря на виході з сухого робочого каналу і сухого каналу охолодження близька до температури точки роси, а на виході з вологого каналу – до температури мокрого термометра (100%-ва вологість).

Ідеальний цикл Майсоценка зображено на рис. 2, лінія 1–3–4–1 [1–3, 5, 8]. За початкової температури повітря (71,1°C) абсолютна вологість повітря в М-циклі зростає з 0,025 до 0,53 кг/кг, тобто збільшується в понад 20 разів. Зростання теплоємності вологого повітря визначається різницею ентальпій у точках 3 і 4, а зниження температури повітря в сухому каналі охолодження – різницею температур у точках 6 і 5. Вологість потоку в ідеальному М-циклі зростає більш ніж у 6,5 раза, тоді як у традиційній схемі випарного охолодження – лише в 3,2 раза (0,025–0,08 кг/кг; рис. 2). Збільшення ентальпії вологого потоку в М-циклі (лінії постійної ентальпії на рис. 2 не показано) більш ніж у 4 рази відкриває великі можливості в тепломасообмінних технологіях.

Охолодження повітря в ідеальному М-циклі становить 45,5°C (від 71,1 до 25,6°C), а в

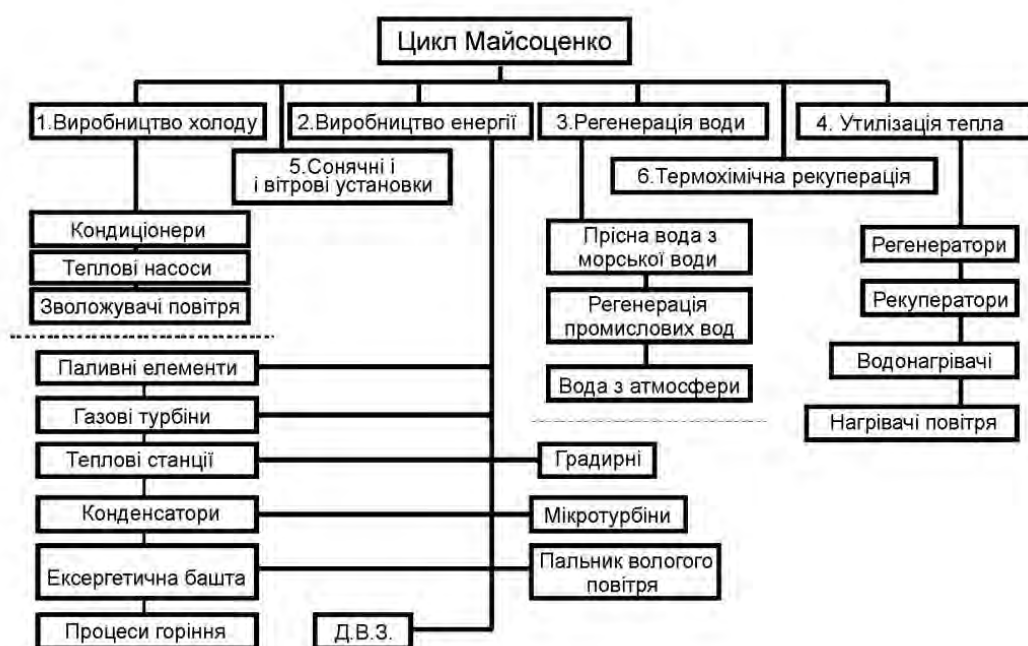
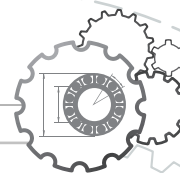


Рис. 3. Галузі використання циклу Майсоценка [5–8]

разі ідеального випарного охолодження (лінія 1–7) – тільки $23,9^{\circ}\text{C}$ (від $71,1$ до $47,2^{\circ}\text{C}$). Чим вища температура вхідного повітря, тим більший ефект охолодження повітря досягається в сухому каналі. У цьому виявляється одна з важливих властивостей М-циклу – збільшення його ефективності зі зростанням температури навколишнього середовища (повітря на вході), тоді як ефективність холодильного циклу в такому разі знижується. За високої вологості вхідного повітря (газу) ефективність М-циклу можна підвищити за допомогою осушування повітря на вході. У реальних умовах охолодження повітря в сухому робочому каналі характеризує лінія 1–2, а охолодження, нагрівання і зволоження повітря у вологому робочому каналі – лінія 2–3–8. Випарне охолодження в реальних умовах характеризується лінією 6–9 на рис. 2.

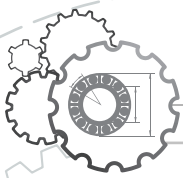
Цикл Майсоценка можна застосовувати не лише в системах кондиціонування повітря. Велику різницю густини охолоджуваного повітря, що нагрівається, доцільно використати як рушійну силу в енергетичних і тепло- й масообмінних технологіях. У всіх випадках через сухий і вологий робочі канали рухається атмосферне повітря (або використаний газ). У системах кондиціонування через сухий канал охолодження проходить повітря з атмосфери, а в енергетичних, тепло- і масообмінних техноло-

гіях – вихлопний газ енергетичних установок або охолоджувана робоча рідина (наприклад, у конденсаторі). Оскільки в пристроях на основі М-циклу використовується потенційна енергія навколишнього середовища (вологого повітря атмосфери), то вартість виробленої енергії істотно менша порівняно з іншими технологіями відновлюваної енергетики.

Основними перевагами установок на основі М-циклу є екологічна безпека, висока економічність, низька питома вартість (конструкція не містить складних вузлів), невеликі експлуатаційні витрати. Оскільки всі процеси відбуваються за атмосферних умов, то не виникає проблеми герметизації установки. Важливим фактором є також відсутність високовартісного компресора і холодильного агента.

Перспективи використання М-циклу в Україні

Практичне використання М-циклу охоплює багато енергетичних тепло- і масообмінних технологій (рис. 3). Нині серійно випускають і пропонують на міжнародному ринку випарні, сонячні та гібридні кондиціонери, сонячні генератори електроенергії з системою охолодження за М-циклом. На стадії дослідження і пілотного проектування перебувають промислові градирні, зволожувачі повітря, установки для одержання прісної води з промислових



рідин і морської води, охолоджувачі повітря на вході в газову турбіну, теплові насоси.

Уперше цикл Майсоценка на практиці було використано компанією «Coolerado Corporation» (Денвер, США) для кондиціонерів нового покоління, які сьогодні випускають у США, Європі, Індії, Китаї, Австралії, Південній Америці, Сінгапурі [5, 6]. Акт Національної лабораторії джерел відновлюваної енергії США (NREL) підтверджує [9], що кондиціонери на основі М-циклу споживають майже в 10 разів менше електричної енергії, ніж традиційні кондиціонери компресійного циклу. Дуже важливо, що вони на 100% використовують чисте повітря навколишнього середовища, тоді як традиційні кондиціонери на 85% працюють на вже використаному повітрі, що рециркулює в приміщенні. Результати досліджень [2] показали, що максимальна (19,14%) ексергетична ефективність циклу Майсоценка відповідає температурі навколишнього середовища (23,88°C).

Значного поширення в Україні можуть набутися сонячні кондиціонери за М-циклом, які використовують сонячні батареї для живлення вентилятора атмосферного повітря. Серійний сонячний кондиціонер «Coolerado Cooler R600» має 4 сонячні батареї електричною потужністю 200 Вт кожна для живлення вентилятора кондиціонера, що охолоджує приміщення площею 225 м². Традиційний компресійний кондиціонер потребує для цього 20–30 батарей, або 4–6 кВт потужності. Охолодження сонячних батарей вихлопним повітрям високої вологості використовують у сонячних кондиціонерах компанії «Coolerado Corporation», внаслідок чого ефективність установки зростає з 12,15 до 30,32%. Великий інтерес для України становлять гібридні кондиціонери Hybrid H80, що поєднують кондиціонер за М-циклом (область високих температур) з традиційним компресійним кондиціонером (область низьких температур). Це дає можливість отримати нижчу температуру охолоджуваного повітря і на 80% знизити енергоспоживання компресійного кондиціонера.

У багатьох енергетичних і технологічних процесах основним обмежувальним чинником є температура води, для охолодження якої широко застосовують градирні. Чим холодніша вода, тим інтенсивніше відведення теплоти в конденсаторі, який є складовою частиною

багатьох технічних пристроїв. Недостатньо низький вакуум у конденсаторі електростанції внаслідок неефективного охолодження води в градирні призводить до зниження ККД електростанції і підвищення витрати пального на виробництво енергії. Дослідження, виконані Electric Power Research Institute (США), довели, що 65% градирень в енергетиці Сполучених Штатів працюють в умовах, які не відповідають оптимальним за експлуатаційними та кліматичними параметрами, що коштує американській електроенергетиці понад \$100 млн на рік через втрати потужності або зниження виробництва електроенергії [10].

Сьогодні у світі налічується понад мільйон градирень контактного типу, тільки у США їх встановлено кілька сотень тисяч. Теоретично за температури навколишнього середовища 30°C і відносної вологості повітря 35% температура води в такій градирні може бути знижена на 10°C – від 32 до 22°C. Проте через низьку обставин реальний ефект охолодження води не перевищує 6–7°C. Оскільки температура охолодження води обмежується температурою повітря навколишнього середовища за мокрим термометром, то градирні такої конструкції ефективніші в зонах з низькою вологістю повітря (10–20%). Проте ці установки широко використовують в Україні, де в літній період вологість помірна (30–50%).

За температури навколишнього повітря 30°C та його відносної вологості 35% температура води в градирні контактного типу теплової електростанції потужністю 500 МВт, що працює за циклом Ренкіна, може бути знижена на 14°C – від 38 до 24°C [8]. Використання градирні за М-циклом (рис. 4а) потребує незначних змін у конструкції насадки (рис. 4в), але дасть змогу охолоджувати воду від 38 до 13°C. При цьому витрата води через градирню знизиться на 44%, а витрата води на підживлення градирні внаслідок втрат на випаровування – на 20%. Загалом у районах з низькою і помірною вологістю повітря (20–50%) завдяки використанню циклу Майсоценка потрібна витрата води в градирні енергоблока потужністю 500 МВт може бути знижена на 38–50%, і лише за вологості повітря понад 60% її можна порівняти з традиційною градирнею. Зазначимо, що проблема зниження споживання води найближчим часом стане особливо актуальною

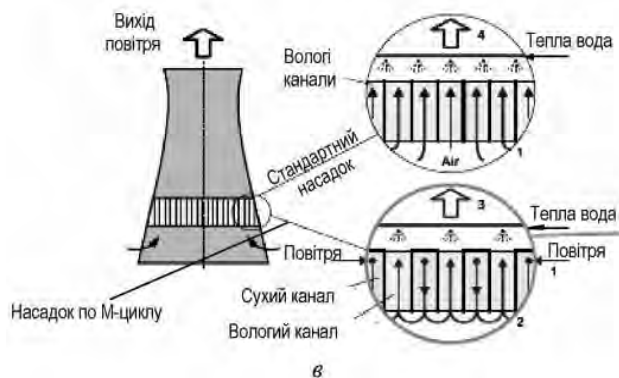
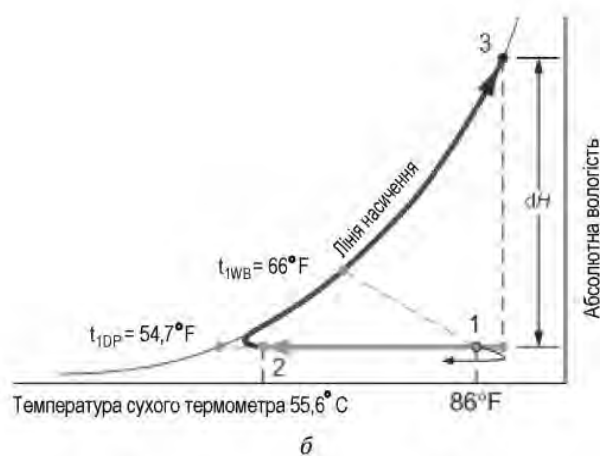
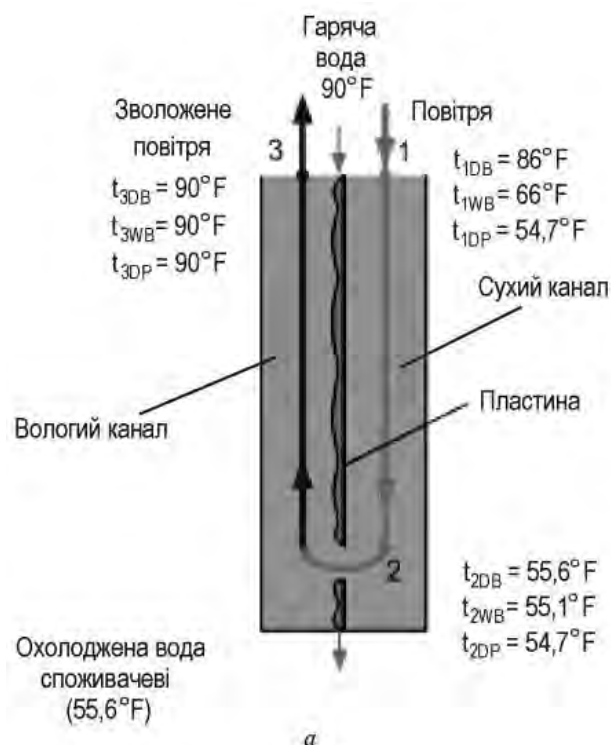
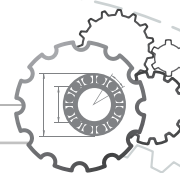


Рис. 4. Цикл Майсоценка в градирні відкритого типу: а – схема течії; б – психрометрична діаграма; в – насадки за традиційним і М-циклом [8]

для теплової й атомної енергетики України, де широко використовують парові турбіни.

Енергоблоки потужністю 300 МВт становлять близько 44% потужності всіх енергоблоків України. Розрахунки свідчать, що додаткове зниження температури охолоджуваної води в градирні за М-циклом може досягати 11°C. Це дозволяє отримати на одному енергоблоці економію понад 400 тис. дол. США завдяки зростанню ККД і супутній економії пального. Потрібна витрата оборотної води при цьому знизиться на 25–30%. У масштабі України використання градирні за М-циклом у складі енергоблоків потужністю 200 і 300 МВт дасть можливість одержати річну економію понад 25 млн дол. США. Якщо ж розглядати збільшення виробництва електричної енергії при збереженні витрати води через градирню (продажна ціна 0,036 дол. США за 1 кВт·год), то зекономити можна вже більш як 500 тис. дол. за рік на один енергоблок.

Великий інтерес становить використання градирні за М-циклом під час роботи енергоблока в маневреному режимі. У цьому разі в денний час градирня працює для охолодження оборотної води, а в нічний – для вироблення води. Враховуючи незначну вартість модернізації градирні за циклом Майсоценка, повернення інвестицій можна очікувати впродовж двох років.

Використання градирень за М-циклом може принести значні економічні вигоди і в інших галузях економіки України. Зменшення температури води для охолодження промислового компресора на 1°C забезпечує зниження електричної потужності на його привід на 4,5%. Зменшення температури охолоджуваної води у процесі виробництва монофосфату на 1,7°C (від 25,6 до 23,9°C) сприяє підвищенню продуктивності підприємства на 12 т/год, або на 7,7%. Великий хімічний комбінат втрачає понад \$25 млн за рік через зниження продуктивності лише тому, що температура води на виході з градирні на 3°C вища за її проектне значення [10].

Великий інтерес для України становлять установки для виробництва прісної води з морської або засоленої, промислових стоків, а також екстрагування вологи з атмосферного повітря. В опріснювачах на основі М-циклу (рис. 5) підігріте повітря подається в сухий робочий канал апарата Майсоценка, проходить

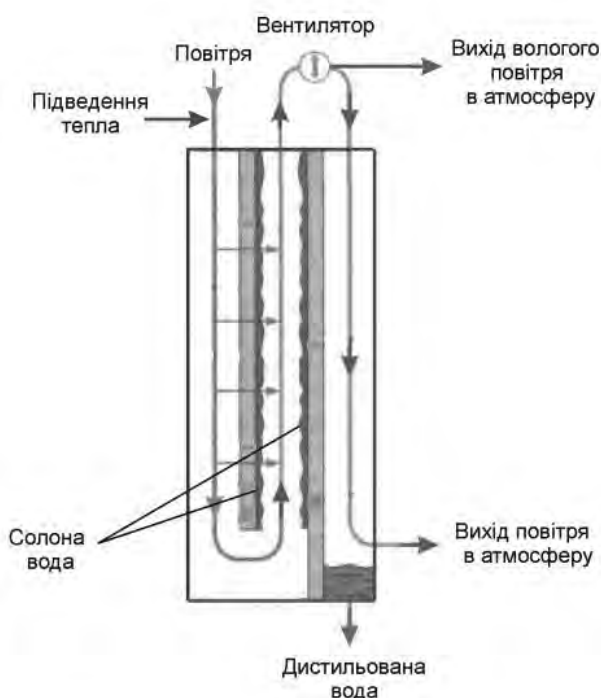


Рис. 5. Схема установки за М-циклом для отримання прісної води з морської і засоленої, а також із промислових стоків [5, 6]

через вологий канал, де досягає насиченого стану з високим рівнем вологості й охолоджується. Насичене повітря частково подається в сухий канал, де відбувається його охолодження (теоретично до точки роси) і конденсація вологи. Розрахунки показують [8], що вартість виробництва 1 т прісної води становить близько 0,25 дол. США, що значно дешевше, ніж у разі використання технології зворотного осмосу. Такі установки можна широко застосовувати в різних галузях промисловості для утилізації низькопотенційної теплової енергії, яка у великій кількості викидається в атмосферу (промислові гази, системи кондиціонування, теплові насоси тощо).

Цікаві для України й водогрійні установки і котли з екологічно чистим паливом, який використовує повітря високої вологості (30% і більше). У цьому разі в тепломасообмінному апараті Майсоценка утилізується теплота і волога з продуктів згоряння, а відпрацьоване повітря високої вологості використовується в паливнику при спалюванні природного газу.

Пристрої на основі М-циклу можна ефективно застосовувати в теплових насосах. Установлення тепломасообмінного апарата Майсоценка замість традиційного конденсатора

дасть змогу збільшити тепловий потік у процесі конденсації. Перспективним може стати використання М-циклу для охолодження потужного електронного устаткування, що характеризується значним тепловиділенням [7].

Інтерес для нетрадиційної енергетики України становить також ексергетична башта Майсоценка [8], яку можна використовувати для вироблення електроенергії, холодного повітря і холодної води. Схему такої башти зображено на рис. 6. Вона складається з двох вертикальних концентричних циліндрів, причому зовнішня частина внутрішнього циліндра покрита капілярно-пористим матеріалом і зрошується водою. В центральному каналі башти потік у результаті охолодження рухається згори донизу, а при нагріванні в кільцевому каналі – знизу догори зі збільшенням вологості.

Велика психрометрична різниця температур як рушійна сила тепло- і масообміну принципово відрізняє ексергетичну башту Майсоценка від «сухих» енергетичних башт значної

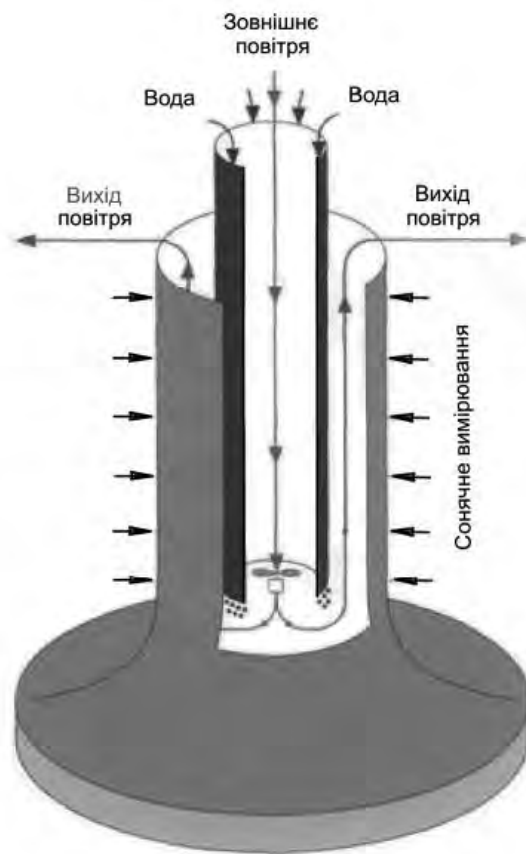
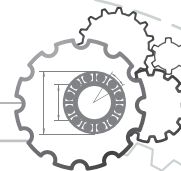


Рис. 6. Ексергетична башта за циклом Майсоценка [8]



висоти. За відповідної висоти башти й достатньо великої швидкості потоку можливо встановити в її нижній частині вітрову установку, що дає змогу виробляти електричну енергію. Така установка працює цілодобово незалежно від швидкості вітру в навколишній атмосфері. Як показують розрахунки, ексергетична башта заввишки 10 м здатна виробляти до 25 кВт·год електроенергії щодоби. Фактично будь-яку індустріальну трубу, забезпечену пристроєм на основі М-циклу, можна використати для вироблення електроенергії, холодного повітря (якщо відбирати частину повітря в нижній частині градирні) й охолодженої води.

М-цикл у газотурбобудуванні

Цикли газових турбін зі зволоженням повітря («STIG», «НАТ», «СНАТ» та ін.) мають техніко-економічні показники вищі, ніж установки простого циклу, але характеризуються складною виробничою інфраструктурою. Зокрема, вони складаються з двох металомістких апаратів (нагрівник повітря і зволожувач), чотирьох великогабаритних теплообмінників і значної кількості додаткового устаткування, що знижує надійність установки і підвищує її вартість та ціну виробленої електроенергії. Через це вони поки що не набули значного поширення. Вологість повітря, що подається в камеру згоряння в циклах «STIG», «НАТ», «СНАТ», менша ніж 20%.

Вбачається, що цикл Майсоценка можна ефективно використовувати в газових турбінах зі зволоженням повітря. Він дозволяє досягти вищої вологості повітря (30% і більше) в одному тепломасообмінному апараті, який компактніший, дешевший і технологічніший у виготовленні. Україна має великий досвід проектування і створення парогазових установок середнього класу за циклом «STIG» з уприскуванням пари в камеру згоряння й проточну частину турбіни, газопарової ГТУ «Водолій-16К» [11] і може посісти провідне місце на світовому ринку газових турбін, поклавши М-цикл в основу розроблення енергетичних і привідних газових турбін наступного покоління.

У роботі [8] розглянуто одну з можливих схем газотурбінної установки на основі Мциклу (рис. 7). Застосування двох апаратів непрямого випарного охолодження (на вході й виході

з ГТУ) дає змогу вирішити кілька важливих завдань:

1) знизити «нижню» температуру циклу до температури, близької до точки роси, і тим самим підвищити ККД установки без збільшення температури газу перед турбіною. З термодинаміки відомо, що кожний градус зменшення «нижньої» температури циклу ефективніше впливає на ККД газової турбіни, ніж збільшення «верхньої» температури. Одночасно утилізується «викинута» теплота, водяна пара, що підводиться в цикл, і вода з продуктів згоряння;

2) досягти високого ступеня зволоження стиснутого повітря (30% і більше) на вході в камеру згоряння. У разі використання пари високої вологості поліпшуються процеси згоряння пального, в кілька разів знижується рівень шкідливих викидів в атмосферу [12], збільшується потужність газотурбінної установки;

3) знизити температуру повітря перед компресором установки в спекотну пору року, що підвищує її економічність. Це досягається без зволоження повітря, характерного для більшості відомих технологій охолодження вхідного повітря. За температури навколишнього сере-

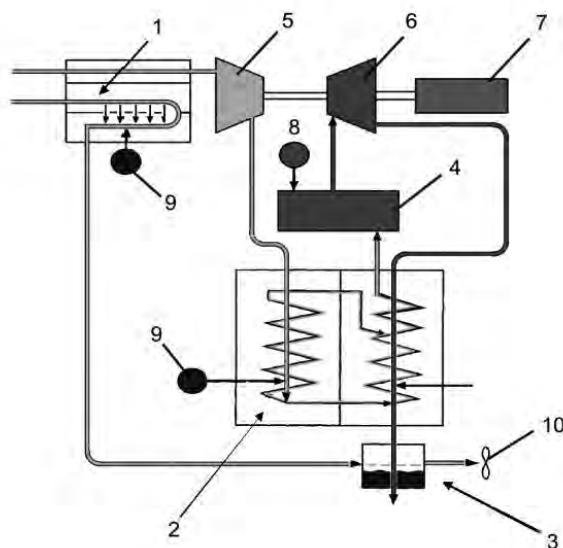


Рис. 7. Газотурбінна установка з охолодженням повітря на вході в компресор, зволоженням повітря на вході в камеру згоряння й утилізацією теплоти і вологи рухомих газів [8]: 1, 2 – тепломасообмінний апарат Майсоценка; 3 – конденсатор води; 4 – камера згоряння; 5 – компресор; 6 – турбіна; 7 – електрогенератор; 8 – подавання пального; 9 – подавання води; 10 – вентилятор



довища понад 15°C зменшення температури вхідного повітря лише на 1°C веде до збільшення ККД газотурбінної установки на 0,5–0,7%. Чим холодніше вхідне повітря, тим воно щільніше, що визначає вищу витрату повітря і ступінь стискання в компресорі. Зниження температури повітря на вході в компресор може також бути ефективним засобом зміни потужності ГТУ в період пікових і напівпікових навантажень.

Цикл Майсоценка можна використовувати як у мікротурбінах, так і в газових турбінах великої потужності. При цьому високе значення ККД газотурбінної установки зберігається навіть у разі зниження навантаження турбіни до 50%, тобто для компенсації пікових і напівпікових навантажень. Важливою перевагою М-циклу порівняно з парогазовим циклом є той факт, що високе значення ККД (на рівні 50–55%) досягається без використання парової турбіни, конденсатора та інших металомістких пристроїв, які пов'язані з практичною реалізацією парогазового циклу.

Термічний ККД циклу ГТУ при її модифікації й однаковому тепловиділенні в базовій (цикл Брайтона) і модифікованій (цикл Майсоценка) установках визначається рівнянням [8]

$$\eta_M = 1 - [(t_{out.M} - t_{amb}) / (t_{out.B} - t_{amb})] \times (1 - \eta_B) (m_2 / m_1),$$

де $t_{out.M}$, $t_{out.B}$ – вихідна температура за циклами Майсоценка і Брайтона;

t_{amb} – температура навколишнього середовища;

η_B – дійсний термічний ККД циклу Брайтона;

m_2 , m_1 – витрата робочого тіла через газову турбіну за циклами Майсоценка і Брайтона.

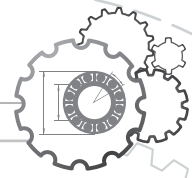
Як приклад розглянемо енергетичну газову турбіну UGT-25 потужністю 25 МВт виробництва ДП НВКГ «Зоря» – «Машпроект». Температура продуктів згоряння на вході – 1350°C, на виході – 465°C, теоретичний ККД циклу Брайтона – 0,48, дійсний ККД – 0,37, ККД циклу Карно – 0,815. Встановлення на виході з газотурбінної установки тепломасообмінного апарата Майсоценка приводить до того, що відношення m_2/m_1 перебуває в межах 1,1–1,2 [4], тому для подальших розрахунків приймаємо $m_2/m_1 = 1,2$. Тоді за наведеним вище рівнянням для $t_{amb} = 27^\circ\text{C}$ дістанемо $\eta_M = 1 - 1,92 \cdot 10^{-3} (t_{out.M} - 27)$.

У М-циклі внаслідок високої вологості потоку в газовій турбіні температура конденсації на виході з турбіни (точка роси) становить 80–120°C. Її можна прийняти як температуру $t_{out.M}$, що є значно вищою за температуру точки роси навколишнього середовища (10–15°C). Тоді для середнього значення $t_{out.M} = 100^\circ\text{C}$ і $t_{out.M} - t_{amb} = 73^\circ\text{C}$ отримаємо $\eta_M \approx 86\%$, тобто близько 86% хімічної енергії пального може бути ефективно використано в газотурбінній установці на основі М-циклу. Це значно більше, ніж в ідеальному циклі Брайтона і навіть більше, ніж у циклі Карно.

Більш ідеальний термічний ККД М-циклу порівняно з циклом Карно зумовлений принциповою відмінністю між ними як граничними термодинамічними циклами. У циклі Карно використовується одне робоче тіло, яке послідовно зазнає стискання, підведення теплоти (горіння), розширення й охолодження до температури навколишнього середовища. Цикл Майсоценка використовує два різних робочих тіла – повітря в компресорі й вологі продукти згоряння в газовій турбіні з різними витратами, причому кожне з них працює в оптимальних умовах. Граничною температурою в М-циклі є температура точки роси, яка нижча, ніж температура навколишнього середовища.

Використання двох різних робочих тіл має й інші переваги. Оскільки після компресора в стиснуте повітря додається волога, то для збереження витрати повітря, що відповідає базовій турбіні, необхідно стискати меншу масову витрату повітря, тобто компресор може бути меншої потужності. За заданої масової витрати суміш продуктів згоряння і вологи має меншу густину, ніж продукти згоряння, крім того, завдяки наявності водяної пари вона характеризується більшою мірою розширення. Оскільки об'ємна витрата робочого тіла через газову турбіну зростає, то її потужність також збільшується.

У 2005 р. в США було проведено випробування мікротурбінної установки Capstone C30 потужністю 30 кВт (Department of Water and Power of the City Los Angeles Distribution Power Unit спільно з «Coolerado Corporation»). Експерименти показали, що в разі використання вхідного охолоджувача на основі М-циклу зниження температури повітря становило 8°C – від 32 до 24°C. У режимі максимальної потужності збільшення потужності становило 8,8%, а в режимі максимального ККД – 11,7%. Що стосується ККД мікротурбінної установки, то



в першому випадку він зріс на 3,4%, а в другому – на 0,2%.

Для масштабного відпрацювання ГТУ на основі М-циклу можна застосувати установку «Водолій-16К», яка діє в газотранспортній системі України і має для цього всю необхідну інфраструктуру. Якщо її модернізувати за схемою, наведеною на рис. 5, можливо використати два апарати непрямого випарного охолодження – на вході в компресор і на виході з газової турбіни.

Одним із найперспективніших і наймасштабніших додаткових застосувань М-циклу може стати охолодження компримованого (стисненого) природного газу на компресорних станціях, яких на території України більш як 80. Вирішення цієї проблеми, що до цього часу ґрунтується на використанні неефективних, громіздких і енерговитратних апаратів повітряного охолодження (АПО), дасть змогу досягти значного економічного ефекту в масштабі України. Для прикладу зазначимо, що одна вітчизняна компресорна станція використовує в середньому 300 кВт встановленої електричної потужності, переважно на привід вентиляторів АПО, що охолоджують в теплообмінних апаратах компримований газ до 45°C. Вартість одного АПО становить понад 35 млн дол. США, причому в середньому на одній компресорній станції встановлено 12–14 таких апаратів. Упродовж року (робота 6000 год/рік) тільки на оплату електроенергії для їх роботи на одній компресорній станції витрачається понад 250 млн дол. США. З попередніх розрахунків видно, що вирішення цієї проблеми за допомогою апаратів охолодження за циклом Майсоценка економічно доцільне і дозволяє повернути інвестиції протягом 1–2 років.

Наукові програми

Нині теоретичні і прикладні дослідження циклу Майсоценка проводять у країнах Європи, Азії, Австралії, Африки, Південної й Північної Америки. У США інтенсивні науково-дослідні, конструкторські й прикладні роботи виконують у чикагському Інституті газових технологій (Gas Technology Institute, GTI) і компаніях «Idalex Corporation», «Coolerado Corporation» (Денвер) у співпраці з провідними університетами, науково-дослідними і промисловими організаціями різних країн.

Промислове використання циклу Майсоценка в Україні потребуватиме наукових досліджень у галузі теплофізики, горіння пального, матеріалознавства, теорії газових турбін та інших наук, які можуть бути виконані в установах НАН України. Знадобиться також подальший науковий супровід академічними інститутами розроблення нових установок у співробітництві з вітчизняними бізнес-структурами. Провідною конструкторською організацією з проектування в галузі газотурбобудування може стати ДП НВКГ «Зоря» – «Машпроект» (Миколаїв).

На цей час діє угода про науково-технічну співпрацю між Відділенням фізико-технічних проблем енергетики (ВФТПЕ) НАН України, компанією «Idalex Corporation» (США) та Інститутом газових технологій (США), у програму якої увійшли питання дослідження і практичного застосування М-циклу в Україні. Інститути ВФТПЕ НАН України залучатимуть до використання М-циклу в градирнях нового покоління для охолодження компримованого природного газу на ГТС України, в енергетичних і привідних газотурбінних установках, для опріснення води та утилізації вторинних енергоресурсів, у пальниках, що використовують повітря високої вологості, та ін.

Висновки

Цикл Майсоценка відкриває широкі можливості для вдосконалення багатьох енергетичних і тепломасообмінних процесів. Його реалізація потребує відносно простого устаткування. В Україні М-цикл може знайти широке використання в системах кондиціонування, промислових градирнях, конденсаторах, теплових насосах, сонячних і вітроустановках, установках опріснення і очищення води, газових турбінах, системах охолодження електроніки. Пристрої на основі М-циклу мають вищі техніко-економічні показники і чинять менший шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Великі перспективи має використання М-циклу для модернізації вітчизняної теплової енергетики, зокрема в градирнях. Додаткове зниження температури охолоджуваної води лише на 1°C у градирні за М-циклом дозволить за річної роботи енергоблока потужністю 300 МВт отримати значну економію завдяки підвищенню ККД станції і зниженню



витрати пального. Суттєвій економії в роботі енергоблока сприяє скорочення витрати води в результаті збільшення глибини її охолодження в градирні.

Застосування М-циклу в газотурбобудуванні дає можливість зменшити «нижню» температуру термодинамічного циклу і підвищити його ККД без збільшення температури на вході в турбіну, істотно знизити викиди діоксиду азоту в атмосферу, зменшити роботу, що витрачається на привід компресора, підвищити потужність газової турбіни. Як пілотні проекти для оцінювання переваг і техніко-

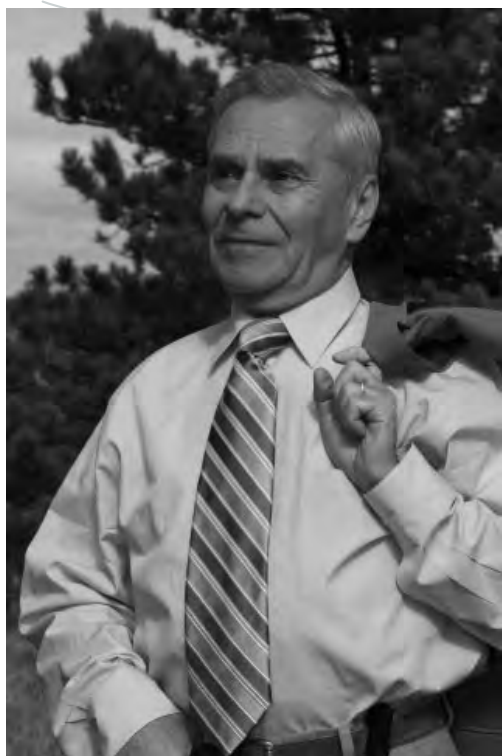
економічних показників ГТУ з М-циклом на першому етапі можливо використати мікротурбінні установки, на другому – установку «Водолій-16К», яка з 1993 р. експлуатується в ГТС України. Провідною організацією з таких проектів може стати підприємство ДП НВКГ «Зоря» – «Машпроект», а науковий супровід здатні забезпечити інститути НАН України.

Загалом широке використання М-циклу в різних галузях промисловості України у найближчій перспективі може створити передумови для формування нової стратегії енергозаощадження в Україні.



ВИДАТНІ ВІНАХІДНИКИ УКРАЇНИ

Валерій Майсоценко – українець, що створив особистий термодинамічний цикл



Валерій Степанович Майсоценко народився 29 квітня 1940 року в Одесі. Закінчив Одеський технологічний інститут холодильної промисловості. Працював в Одеському інженерно-будівельному інституті, професор кафедри теплогазопостачання (одночас очолював лабораторію теплофізики). Фахівець у галузі холодильних установок, доктор технічних наук, Генеральний експерт Міжнародного комерційно-технологічного об'єднання «Аквакооп».

У 1992 році виїхав в Америку м. Денвер (шт. Колорадо, США). Працював над науковим удосконаленням зменшення енергоспоживання систем кондиціонування повітря, зокрема установок посередньо-випаровування охолодженням, створення безфреонових енергоефективних кондиціонерів повітря, економного теплопостачання та вентиляції. Сформулював цикл, який названо його ім'ям. Автор понад 30-ти міжнародних патентів з випаровування охолодженням. У США за його технологією випущено кілька десятків тисяч охолоджувачів повітря з холодогентом вода.



У радянські роки Валерій Майсоценко придивався, як отримувати енергію з повітря. Причому дешево і не забруднюючи навколишнє середовище. Більшість колег це відкриття серйозно не сприйняло. Під час перебудови Валерій Степанович написав листа Михайлу Горбачову з проханням допомогти з просуванням революційної розробки. Через деякий час отримав відповідь: «Викладене в листі відношення до науки не має». Майсоценко взяв цей папір в рамочку і повісив у своєму кабінеті. У 1992 році він поїхав з родиною працювати спочатку в Сінгапур, а потім – в США. В Америці йому вдалося налагодити випуск супереконормних кондиціонерів, які беруть енергію з атмосфери. Для їх роботи електрика потрібна, але у вісім-десять разів менше, ніж для традиційних.

Після переїзду в США Валерій Степанович насамперед став шукати можливості зустрітися з лауреатами Нобелівської премії з фізики, яких в цій країні живе досить багато. Вчений-емігрант розповідав їм, що відкрив новий термодинамічний процес (М-цикл), який можна використовувати для отримання дешевої енергії. Ці розмови незмінно закінчувалися тим, що Майсоценка просили покинути кабінет. Адже він говорив речі, які не вкладалися в голову: в установці, яку він придумав, тепло йде від холодного до гарячого! Майсоценко чув у відповідь: «Згідно з другим законом термодинаміки холодний предмет не може нагрівати теплий. Ідіть собі з Богом». Як не парадоксально, навіть зараз багато вчених не вірять в цей метод. Хоча Майсоценко з партнерами вже давно створив фірму, яка випускає економні та екологічно чисті кондиціонери, в яких застосовано цей метод. Будь-хто з критиків може купити таку установку і на практиці перевірити, що М-цикл працює. До речі, в будинку Майсоценка в штаті Колорадо такий кондиціонер експлуатується вже близько 20 років. У ньому є дерев'яні частини, які за ці роки майже зотліли, але апарат продовжує працювати. Важливо відзначити, що звичайні кондиціонери подають в приміщення лише 15-20 відсотків свіжого повітря, а установка Майсоценко – сто відсотків.

У 2016 році на основі апарату Майсоценка в Києві створено обігрівальний прилад – тепловий насос (установка для обігріву приміщень) – з безпрецедентними можливостями.

У чому суть методу отримання енергії з повітря?

Пояснення дуже просте на такому прикладі. Поставте на стіл тацю. Якщо ми розіллємо по ній воду, вона почне потихеньку випаровуватися. Вода постійно випаровується з річок, озер, морів і океанів... Це глобальний процес, енергія (в науці її називають психрометричною) яка перебуває всюди в атмосфері. Але її концентрація дуже мала. І це одна з причин того, що раніше нікому не вдавалося придумати, як взяти енергію з повітря. А ось Майсоценко знайшов потрібне для цього технічне рішення.

Якщо навіть лауреати Нобелівської премії не вірили в метод нашого земляка, як же йому вдалося знайти людей, що зважилися вкласти гроші в його ідеї?

Він знаходив способи заробляти на утримання сім'ї, при цьому не пропускав жодної виставки, де був шанс зустріти потенційних партнерів. В якості наочної агітації Майсоценко зробив дешеву картонну модель своєї установки і демонстрував її роботу. Брав із собою фен, пускав з нього нагріте повітря в апарат, а звідти вже виходило холодне повітря. Пошуки інвесторів тривали не один рік, проте Валерій Степанович не втрачав оптимізму і віри в успіх. І ось одного разу його завзятість було винагороджено: на одній з сільськогосподарських виставок він зустрів трьох братів-фермерів (до речі, всі троє мають вищу освіту). Вони повірили в метод Майсоценка і заради його впровадження вирішили ризикнути по-крупному: продали своє ранчо. Виручені гроші (близько \$15 мільйонів) направили на створення фірми з випуску супереконормних кондиціонерів. Брати не прогадали: вони вже повернули собі капітал і отримують прибуток.

Слід зауважити, що ринок кондиціонерів в США жорстко контролюється великими корпораціями. Фірма Майсоценка і його партнерів з міста Денвер (вона називається Coolerado 3) займає невелику частину ринку, головний офіс компанії знаходиться в Австралії. Робиться ставка на завоювання ринків країн Азії, тому нині будуються заводи з виробництва кондиціонерів Майсоценка в Індії, Малайзії, на Філіппінах. А в Гонконзі вчений створює інститут з розробки систем на основі М-циклу для опріснення води, опалення, виробництва електрики та інших потреб.



Валерій Майсоценко (праворуч) з одним зі своїх американських партнерів по бізнесу сфотографувалися біля найекономнішого у світі кондиціонера

Інститут технічної теплофізики НАНУ співпрацює з бізнесом, і йому вдалося знайти підприємців, які погодилися оплатити покупку новаторських апаратів Майсоценко. Один з них фахівці використали для створення унікальної за своєю ефективністю установки для опалення приміщень, якою є звичайний тепловий насос.

Відомо, що такі насоси використовують тепло вуличного повітря, при цьому для їх роботи необхідно трохи електроенергії. Кращі в світі такого роду установки на один спожитий кіловат електрики дають п'ять кіловат тепла. А створений в інституті, на основі М-циклу Масоценка – удвічі більше!

Обігрів приміщень за допомогою розробленої установки у десять разів дешевший, ніж «Київенерго» продає зараз тепло жителям столиці. За тарифами гігакалорія тепла коштує

1356 гривень. Цього достатньо для опалення трикімнатної квартири в не дуже холодний зимовий місяць. Собівартість гігакалорії розробленої установки – 150 гривень. Експериментальний тепловий насос розрахований на опалення приміщення площею 400 квадратних метрів. Але можна зробити установку і на обігрів 40 квадратів – невеликого будиночка або квартири.

Термін окупності при переході на опалення тепловими насосами такої технології становить один рік.

Важливо, що така установка подає нагріте свіже повітря з вулиці, завдяки цьому приміщення будуть постійно провітрюватися.

Фахівці інституту мають намір виготовляти апарати за технологією Валерія Майсоценка в Україні, адже це в чотири-п'ять разів дешевше, ніж в США.



*В.І. Савенко, Л.М. Висоцька,
С.В. Федоренко*

Боротьба з корозією металів екологічно чистими засобами

Корозія приводить до щорічних мільярдних збитків які полягають у виведенні з ладу виробів і машин з металу, а також у витратах по захисту і відновленню металевих виробів. Дослідження процесів корозії дає підстави стверджувати, що надійний захист від корозії, це в першу чергу правильна підготовка поверхні і тільки потім якісний шар герметиків, фарб або інших типів покриття. Екологічно чиста речовина рослинного походження запатентована і випробувана з назвою «КОНТРАСТ» (CONTRRUST) є ефективним засобом блокування джерел (іржавіння) корозії і підготовки поверхонь до захисних покриттів.

Обробка поверхні металів перетворювачем «КОНТРАСТ» має переваги як перед хімічними речовинами, які зараз широко застосовуються у виробництві і при захисті металів від корозії в процесі експлуатації, бо екологічно безпечна для людей і навколишнього середовища, так і перед механічними способами очищення поверхні, такими як дробоструменева та піскоструменева обробка, бо має властивість глибоко проникати і блокувати джерела корозії у мікротріщинах і важкодоступних місцях, куди піскоструєнням дістатися неможливо. Крім того, сировиною для виготовлення є нешкідливі відходи деревини. Може виготовлятися у рідкому вигляді, а в разі потреби у вигляді порошку з наступним розчиненням на місці виконання робіт, що спрощує зберігання і транспортування матеріалу.

При нанесенні не потребує спеціальної ретельної підготовки, може наноситись на вологі поверхні. «КОНТРАСТ» успішно пройшов випробування в агресивному середовищі – в морській воді на морських судах, в трубопроводах.

Величезні затрати на заміну чи відновлення вражених корозією металевих частин, деталей машин і устаткування, конструкцій будівель і виробів широкого вжитку спонукають людство до пошуків засобів захисту від

корозії. Дослідження і досвід багаторічної експлуатації металевих виробів показують, що найважливішим моментом у захисті і запобіганні корозії є надійна і правильна підготовка поверхонь металів до пофарбування. Легше і надійніше запобігти процесу корозії, ніж зупинити і відновити вражені деталі і вироби, на металевих конструкціях морських кранів і т.д.

Вивчення видів корозії і процесів, що випробовуються при початку і в ході кородування металів для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні перед пофарбуванням. Тоді неможливий початок корозії під захисним шаром фарби чи герметика. Крім того дуже важливим є питання впливу діючої речовини на людину і довкілля з точки зору екології. Зберігання і транспортування перетворювача теж було об'єктом вивчення і розробки оптимальних способів, що безумовно пов'язано як з технологією, так і з економічною стороною процесів.

Відомо багато досліджень процесів корозії і улаштування захисних покриттів. Існує також багато речовин для очистки поверхонь, інгібіторів, напилень, домішок і ін. Екологічно безпечних, ефективних засобів рослинного походження не представлено. Є вже запатентований перетворювач «КОНТРАСТ» (патент № (11) 61544), але технологія його застосування і просування на ринку ще іде досить повільно.

Корозія – це руйнування металів в результаті хімічної або фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем. У загальному випадку це руйнування будь-якого матеріалу, будь то метал або кераміка, дерево або полімер. Причиною корозії служить термодинамічна нестійкість конструкційних матеріалів до впливу речовин, що знаходяться в контактному середовищі. Наприклад, киснева корозія заліза у воді: $4\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$. Гідратований оксид заліза $\text{Fe}(\text{OH})_3$ і є тим, що називається



вають іржею. Корозія металів – руйнування металів внаслідок хімічного або електрохімічної взаємодії їх з корозійним середовищем.

Для процесу корозії слід застосовувати термін «корозійний процес», а для результату процесу – «корозійне руйнування». Утворення гальванічних пар з користю застосовують для створення батарей і акумуляторів. З іншого боку утворення такої пари призводить до несприятливого процесу, жертвою якого стає цілий ряд металів, що руйнуються від корозії.

Найчастіше при корозії метал окислюється з утворенням іонів металу, які при подальших перетвореннях дають різні продукти корозії. Корозія може бути викликана як хімічним, так і електрохімічним процесом. Відповідно, розрізняють хімічну й електрохімічну корозію металів.

Хімічна корозія – взаємодія поверхні металу з корозійно-активним середовищем, не супроводжується виникненням електрохімічних процесів на межі фаз. У цьому випадку взаємодії окислення металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають в одному акті. Наприклад, утворення окалини при взаємодії матеріалів на основі заліза при високій температурі з киснем: $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$.

При електрохімічній корозії іонізація атомів металу і відновлення окисного компонента корозійного середовища протікають не в одному акті, а їх швидкості залежать від електродного потенціалу металу (наприклад, іржавіння сталі в морській воді).

При контакті двох металів з різними окислювально-відновними потенціалами і зануренні їх у розчин електроліту, наприклад, дощової води з розчиненим вуглекислим газом CO_2 , утворюється гальванічний елемент, так званий корозійний елемент. Він являє собою не що інше, як замкнуту гальванічну клітинку. У ній відбувається повільне розчинення металевих матеріалів з більш низьким окислювально-відновним потенціалом, другий електрод у парі, як правило, не кородує. Цей вид корозії особливо притаманний металам з високими негативними потенціалами. Так, зовсім невеликої кількості домішки на поверхні металу з великим редокспотенціалом достатньо для виникнення корозійного елементу. Особливо вразливі місця контакту металів з різними потенціалами, наприклад, зварювальні шви

або заклепки. Якщо розчиняється електрод корозійно-стійкий, процес корозії сповільнюється. На цьому засновано захист залізних виробів від корозії шляхом оцинкування – цинк має більш негативний потенціал, ніж залізо, тому в такій парі залізо відновлюється, а цинк повинен кородувати. Однак у зв'язку з утворенням на поверхні цинку окисної плівки процес корозії значно сповільнюється.

Якщо відбувається відновлення іонів H_3O^+ або молекул води H_2O , говорять про водневу корозію або корозію водневою деполяризацією.

Відновлення іонів відбувається за такою схемою: $2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ або $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$.

Якщо водень не виділяється, що часто відбувається в нейтральному або сильно лужному середовищі, відбувається відновлення кисню і тут говорять про кисневу корозію або корозію з кисневою деполяризацією: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$.

Може утворюватися не тільки при зіткненні двох різних металів. Корозійний елемент одного металу, якщо, наприклад, структура поверхні неоднорідна. Корозія приводить щорічно до мільярдних збитків і вирішення цієї проблеми є важливим завданням.

Основний збиток, що заподіюється корозією, полягає не у втраті металу як такого, а у величезній вартості виробів, що руйнуються корозією. Ось чому щорічні втрати від неї в промислово розвинених країнах настільки великі. Справжні збитки від неї не можна визначити, оцінивши лише прямі втрати, до яких відносяться вартість зруйнованої конструкції, вартість заміни обладнання, витрати на заходи по захисту від корозії. Ще більшої шкоди становлять непрямі втрати. Це простої устаткування при заміні зіпсованих деталей і вузлів, витрати продуктів, порушення технологічних процесів.

Ідеальний захист від корозії на 80% забезпечується правильною підготовкою поверхні і лише на 20% якістю використовуваних лакофарбових матеріалів і способом їх нанесення. Найбільш продуктивним і ефективним методом підготовки поверхні перед подальшим захистом субстрату є абразивоструменеве очищення. Воно ж є і найбільш трудомістким і технологічно складним. Розрізняють три напрями методів захисту від корозії: 1. Конструкційний; 2. Активний; 3. Пасивний.



Для запобігання корозії в якості конструкційних матеріалів застосовують нержавіючі сталі, кортеновські сталі, кольорові метали. При проектуванні конструкції намагаються максимально ізолювати від попадання корозійного середовища, застосовуючи клеї, герметики, гумові прокладки. Активні методи боротьби з корозією спрямовані на зміну структури подвійного електричного шару. Застосовується накладення постійного електричного поля за допомогою джерела постійного струму, напруга вибирається з метою підвищення електродного потенціалу металу, який потрібно захистити. Інший метод – використання жертвовного анода, більш активного матеріалу, який буде руйнуватися, оберігаючи сам виріб.

Як захист від корозії може застосовуватися нанесення будь якого покриття, яке перешкоджає утворенню корозійного елементу (пасивний метод). Барвисте, полімерне покриття і емалювання дозволяють, насамперед, запобігти доступу кисню і води. Часто також застосовується покриття сталі іншими металами, такими як цинк, олово, хром, нікель. Цинкове покриття захищає сталь навіть коли покриття частково зруйновано. Цинк має більш негативний потенціал і кородує першим. Іони Zn_2^+ токсичні.

При виготовленні консервних банок застосовують жерсть, покриту шаром олова. На відміну від оцинкованої бляхи, при руйнуванні шари олова кородують швидше ніж залізо, бо воно має більш позитивний потенціал.

Інша можливість захистити метал від корозії – застосування захисного електрода з великим негативним потенціалом, наприклад, з цинку або магнію. Для цього спеціально створюється корозійний елемент. Метал виступає в ролі катода, і цей вид захисту називають катодним захистом. Розчиняється електрод, який називають анодом протекторного захисту. Цей метод застосовують для захисту від корозії морських суден, мостів, котельних установок, розташованих під землею труб. Для захисту корпусу судна на зовнішню сторону корпусу кріплять цинкові пластинки. Якщо порівняти потенціали цинку і магнію з залізом, вони мають більш негативні потенціали. Але при цьому кородують вони повільніше внаслідок утворення на поверхні захисної оксидної плівки, яка захищає метал від подальшої

корозії. Утворення такої плівки називають пасивацією металу. У алюмінію її підсилюють анодним окисленням (анодування). При додаванні невеликої кількості хрому в сталь на поверхні металу утворюється оксидна плівка. Вміст хрому в нержавіючій сталі – більше 12 відсотків.

Для експлуатації металовиробів в агресивних середовищах необхідний стійкіший антикорозійний захист поверхні металовиробів. Термодифузійне цинкове покриття є анодним по відношенню до чорних металів і електрохімічно захищає сталь від корозії. Воно володіє міцним зчепленням (адгезією) з основним металом за рахунок взаємної дифузії заліза і цинку в поверхневих інтерметалітичних і деформаціях оброблених виробів. Дифузійне цинкування, здійснюване з парової або газової фази при високих температурах (3750–8500 °C), або з використанням розрідження (вакууму) – при температурі від 2500 °C, застосовується для покриття кріпильних виробів, труб, деталей арматури і інших конструкцій.

Значно підвищує стійкість сталевих, чавунних виробів у середовищах, що містять сірководень (у т.ч. проти сірководневого корозійного розтріскування), промислової атмосфери, морської води та інші. Товщина дифузійного шару залежить від температури, часу, способу цинкування і може становити 0,01–1,5 мм. Сучасний процес дифузійного цинкування дозволяє утворювати покриття на різьбових поверхнях кріпильних виробів, без утруднення їх наступного згвинчення.

Мікротвердість шару покриття $H_u = 4000\text{--}5000$ МПа. Дифузійне цинкове покриття також значно підвищує жаростійкість сталевих і чавунних виробів, при температурі до 7000 °C. Можливе отримання легованих дифузійних цинкових покриттів, що застосовується для підвищення їх службових характеристик. Цинкування – це процес нанесення цинку або його сплаву на металевий виріб для додання його поверхні певних фізико-хімічних властивостей, у першу чергу високого опору корозії.

Цинкування – найпоширеніший та економічний процес металізації, застосовуваний для захисту заліза і його сплавів від атмосферної корозії. На ці цілі витрачається приблизно 40% світового видобутку цинку. Товщина покриття повинна бути чим більша, тим агресивніше навколишнє середовище і чим



довший передбачуваний термін експлуатації. Оцинкуванню піддаються сталеві листи, стрічка, дріт, кріпильні деталі, деталі машин і приладів, трубопроводи та інші металоконструкції. Декоративного призначення цинкове покриття зазвичай не має, деяке поліпшення товарний вигляд набуває після пасивування оцинкованих виробів в хроматних або фосфатних розчинах, що додають покриттям райдужного забарвлення. Найбільш широко використовується оцинкована смуга, що виготовляється на автоматизованих лініях гарячого цинкування, тобто методом занурення в розплавлений цинк.

Методи розпилення та металізації дозволяють покривати вироби будь-якого розміру (наприклад щогли електропередач, резервуари, мостові металоконструкції, дорожні огороження). Електролітичне цинкування ведеться в основному з кислих і лужно-ціанистих неелектролітах, спеціальні добавки дозволяють отримувати блискучі покриття.

Для боротьби з корозією використовують також методи газотермічного напилення. За допомогою газотермічного напилення на поверхні металу створюється шар з іншого металу (сплаву, що володіє більш високою стійкістю до корозії – ізолюючий або навпаки менш стійкий – протекторний). Такий шар дозволяє зупинити корозію, захистити метал. Суть методу: газовим струменем на поверхню виробу з величезною швидкістю наносять частки металевої суміші, в результаті чого утворюється захисний шар товщиною від десятків до сотень мікрон. Газотермічне напилення також застосовується для продовження життя зношених вузлів устаткування: від відновлення рульової рейки в автосервісі до нафтовидобувних компаній.

Використання таких захисних покриттів чорних металів іншими металами для електрохімічного захисту, а також захист шляхом «напилення» на рівні нанотехнологій на поверхні металовиробів, різного виду опромінення потребують спеціальних технологій, досить складного устаткування, матеріалів. Трудовитрати і роботи по захисту металовиробів перевищують вартість виготовлення нових деталей для заміни уражених корозією зношених частин. Крім того набуло особливого значення питання екологічної безпеки як в процесі виконання робіт так і в процесі експлу-

атації та наступної утилізації виробів. Все це шкідливі для людини і навколишнього середовища процеси. Створення екологічно безпечних матеріалів і технологій з використанням органічної сировини рослинного походження – новий напрямок в питанні боротьби з корозією чорних металів.

З метою нейтралізації можливих мікроскопічних центрів корозії, підвищення перетворюючої здатності покриваючої речовини і знищення джерел корозії в тілі металу та мікропор, було створено і запатентовано (патент № (11) 61544) рідкий водний композиційний матеріал – перетворювач іржі, універсальний антикорозійний засіб на рослинній основі «Контраст». Спеціально підібраний склад цього матеріалу дозволяє перетворювати іржу товщиною 100–300 мкм в захисну антикорозійну плівку-грунт, яка надійно блокує залишкову іржу в мікропорах і припиняє процес корозії і руйнування металу.

Консервант-модифікатор перетворювач-грунт іржі «КОНТРАСТ» випускається ПП «Руслан та Людмила» у відповідності до умов ДСТУ 4372-2005 «КОНТРАСТ» має дифузійні властивості, утворює антикорозійну захисну плівку-грунт до 40 мкм, під якою відсутній осмос. Подальші шари покриттів наносяться відразу після висихання модифікатора, а в місцях підвищеної вологості відразу після нанесення «КОНТРАСТ» під покриття, які наносяться на вологу поверхню. Застосовується на різного виду металоконструкціях, зокрема незамінний при обробці металоконструкцій складної конфігурації (спортивні споруди, при консервуванні та відновленні об'єктів будівництва, арматура під сандвіч-панелями, вузли, при будівництві і ремонті магістральних трубопроводів перед установкою підсилюючих елементів і інші).

Головна перевага модифікатора-перетворювача-консерванту-грунту в тому, що він екологічно чистий, виготовлений на рослинній основі, всі компоненти 3 та 4 ступеня небезпеки, негорючий, нетоксичний, не канцерогенний, може стикатися з питною водою, до максимуму піскоструменеве та дробоструменеве очищення, закріплює окалину, замінює міжопераційний і перший шар ґрунту. Розчинником є вода що містить срібло, блокує центри корозії за рахунок дифузійних властивостей, незамінний при боротьбі з щільною корозією, не



потрібний змив, знежирення поверхні (знежирюються тільки локальні місця), знепилювання, скорочуються терміни перебування металоконструкції в ремонті і трудовитрати, підходить під будь-які системи покриттів (ізоляція, герметизація, в залізобетоні, під сандвіч-панелі, під системи лакофарбних покриттів і так ін.).

Простий в застосуванні (навіть у польових умовах), наноситься зручним способом, модифікація іржі і утворення антикорозійної захисної плівки-ґрунту відбувається за рахунок органічних сполук. Витрата «КОНТРАСТ» на 1 кв.м поверхні 60–100 мл.

Металоконструкції і металопрокат прокатовані до 100 мкм може оброблюватись модифікатором «КОНТРАСТ» для консервації на складах, зокрема можуть оброблюватись кінці арматури на період транспортування.

Антикорозійна захисна плівка-ґрунт, що утворилася, позитивно впливає на текучість зварювальної ванни шва, не утворюючи пор (висновок НДІ ім. Патона, м. Київ), є незамінна при реставрації, модернізації, реконструкції і відновленні довгобудів. Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» дозволяє уникнути необхідності в похованні відходів, що отримуються в ході очищення поверхонь отруйними ЛФМ, утворюють гідроізоляцію деформаційних швів мостів, естакад. Захист портових конструкцій і споруд, берегових основ і ґрунтів, підготовку поверхні без застосування піскоструя та дробоструменевої обробки. А також продовжує термін служби об'єктів, забезпечує захист від загоряння, чистоту і екологічність свого застосування, не надаючи негативної дії на здоров'я людини і навколишнє середовище в цілому.

Численні перевірки і випробування запропонованого матеріалу і технології виконання робіт проведені МОЗ України, Міністерством охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, НАН України, інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона, фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка, Міноборони України, Мінагрополітики України, та ін. Всі вони підтвердили ефективність запропонованого напрямку боротьби з корозією.

Практична цінність розробки полягає в підвищенні термінів служби металевих виробів і конструкцій, які піддаються корозії та зменшенні витрат на запобігання і боротьбу з щільною корозією (найбільш руйнівного

виду корозії) і можливості забезпечення екологічної безпеки людини і навколишнього середовища, суттєво зменшується трудомісткість і вартість підготовки поверхонь для нанесення антикорозійних покриттів.

Завдяки унікальним властивостям «КОНТРАСТ» вдалося впровадити в багатьох галузях господарства України і за кордоном (в будівництві, машинобудуванні, суднобудуванні, житлово-комунальному господарстві, для захисту військової техніки). За рахунок застосування засобу «КОНТРАСТ» із технологічного процесу підготовки поверхні виключені піско- та дробоструменева очистка, застосування ґрунтів. Оскільки до складу «КОНТРАСТ» входять лише природні компоненти, відсутня необхідність у заходах щодо додаткової обробки відходів та їх утилізації.

Представлена загальна характеристика новітньої технології демонструється на прикладі виробничої техніки, будівельних споруд, плавзасобів, тощо, де яскраво видно різницю між необробленою «КОНТРАСТ» поверхнею і обробленою без зняття іржі відомими засобами.

Нанесення модифікатора «КОНТРАСТ» модифікації «А» (готового до застосування), при антикорозійному захисті і підготовці поверхні під систему лакофарбового покриття, проводилась щітками, розпилювачами, шприцами (при забризкуванні в щілини) і безповітряним розпилюванням.

Запропоновано і впроваджено у промисловість новітню технологію підготовки прокатованої поверхні з застосуванням модифікатора іржі «КОНТРАСТ» (технологія «hi-tech»), яка в теперішній час не має світових аналогів.

На основі проведених досліджень розроблено раціональну технологію підготовки поверхні при нанесенні різних типів лакофарбових покриттів на металоконструкції різного технологічного призначення.

За результатами досліджень встановлено, що при застосуванні «КОНТРАСТ» та покриття на основі бітумно-латексних емульсій та інших покриттів розробленого складу поверхні не потребують ретельної підготовки перед нанесенням (ступінь D).

Запропоновано конструкції систем покриттів для протикорозійного захисту магістральних нафтогазопроводів, цінного металевого обладнання, машин та інших металовиро-



бів. Проведені дослідження та випробування довели, що запропоновані конструкції систем покриттів відповідають необхідним нормативним вимогам для забезпечення довготривалого антикорозійного захисту нафтогазопроводів, машин та інших металовиробів і можуть мати великі перспективи, в першу чергу для ремонту вже існуючих об'єктів.

Загальний економічний ефект від впровадження розробки складає понад 50 млн грн, зокрема: м. Київ, вул. Солом'янська 2а, замовник – апеляційний суд, проєктант – ЗАТ

«ГПРОВОЦІВІЛЬПРОМБУД» – економічний ефект – 30,0 млн грн.; ПАТ «ПВІ-ЗІТ Нафтогазізоляція» як виконавець на газопроводах Кутаїсі-Абаша (Грузія) – 10,2 млн грн., Львів-Бобрівка – 0,743 млн грн., Брест (Білорусія) – 0,739 млн грн; Кампанія «Лукойл» – «Карпатнафтохім» – 6,41 млн грн; Харків, Сумський ринок – виконавець ТОВ «Спецбудмонтаж – Україна» – 5,8 млн грн; Храм, м. Київ, вул. Мічуріна 64 – 981 тис грн., об'єкти оборонного комплексу України, у т.ч. Житомирський БТЗ, Шепетівській РЗ, Миколаївський БЗ, та інші.

О.І. Буря (Дніпродзержинський державний технічний університет), **І.В. Рула** (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет), **А.А. Кончиць** (Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України), **О.Ф. Морозов** (Національний університет біоресурсів і природокористування України), **М.М. Федоренко** (Київський національний університет технологій та дизайну)

Нові властивості вуглепластиків, армованих металевими волокнами

Серед термопластичних матеріалів поліаміди являються найбільш перспективними для виготовлення деталей, які можуть використовуватись в конструкціях, де необхідні високі ударна в'язкість, зносостійкість, антифрикційні властивості. Крім того, використання ароматичних поліамідів для заміни серійних деталей дозволяє зменшити масу вузлів, знизити вартість і суттєво спростити процес їх виготовлення. Так і термостійкі матеріали необхідні в різних галузях техніки. Однак довгостроковий вплив високої температури викликає руйнування матеріалів як у результаті дії власне температури, так і внаслідок бурхливішого протікання хімічних реакцій при підвищених температурах під дією води, кисню повітря та інших хімічних реагентів. Враховуючи це, вивчення термічних властивостей матеріалів, з метою прогнозування їх властивостей в екстремальних умовах експлу-

атації є дуже важливим та актуальним завданням сучасного полімерного матеріалознавства.

В якості в'язучого було обрано термостійкий ароматичний поліамід марки фенілон С-2 – гетероланцюговий кополімер, який містить в головному ланцюзі макромолекули амідну групу -HNCO-, з'єднану з обох сторін фенільними фрагментами отримують емульсійною поліконденсацією [1] суміші дихлорангідридів ізо-, терефталевої кислот, взятих в співвідношеннях 60 та 40 мас.% відповідно, з м-фенілендіаміном.

Основні технологічні характеристики в'язучого наведені в табл. 1.

В якості наповнювача використовували гідратцелюлозне вуглецеве волокно (ВВ) Урал-Т-24-Сu (тканину розраховано на наповнення пластмас при виготовленні вуглепластиків конструкційного призначення), з мідним покриттям, нанесеним електрохімічним способом (у кількості 50 мас.% по відно-



Таблиця 1. Властивості фенілону С-2

Зовнішній вигляд	Насипна густина, г/см ³	Вологість, %	Питома в'язкість 0,5%-го розчину у ДМФА	Температура склування, К
дрібнодисперсний білий порошок	0,33	0,40	1,2	553

шенню до маси волокна). Основою являються гідратцелюлозні волокна та електроліт, що використовувався для оміднення вуглецевої стрічки: $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$; етилендіамін: $(\text{H}_2\text{NCH}_2)_2$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Виготовлення композицій здійснювалось методом сухого змішування в обертальному електромагнітному полі за допомогою нерівноосних феромагнітних часток, які в подальшому видалялись магнітною сепарацією. Приготовану таким чином суміш переробляли у вироби методом компресійного пресування при температурі 598 К та тиску 40 МПа.

Властивості отриманих композитів вивчали при кімнатній температурі за допомогою спеціальних приладів.

В нанокompозитах на основі фенілону С-2 з додаванням металізованих вуглецевих волокон магніторезонансний відгук системи суттєво змінюється. Реєструються нові сигнали електронний парамагнітний резонанс (ЕПР), пов'язані з присутністю наповнювача. Як в чистому фенілоні, так і в композитах, на його основі виявлені сигнали фотолюмінесценції. Їх інтенсивність в композитних зразках з металізованими включеннями значно зменшується, скоріш за все, в наслідок екрануючого впливу металічних шарів.

Таким чином магніторезонансний та фотолюмінесцентний відгук композитів залежить від присутності в них металічної фракції і доз-

воляє детально характеризувати феро-, суперпара- або парамагнітні властивості, розширюючи можливості цілеспрямованого створення композитів з наперед заданими властивостями, в том числі для стелс-технології (Stealth).

В результаті проведених досліджень ІЧ-спектрального аналізу зразків виявлено, що оптимальний комплекс властивостей має композиція, армована 17 мас.% Cu-BB, при цьому ІЧ-спектр вуглепластика, в порівнянні зі спектром пресованого фенілону, має лише дві особливості.

В результаті спектрального аналізу можна зробити наступні висновки:

- присутність смуг 3400 см^{-1} , 2925 см^{-1} , 2850 см^{-1} і 1100 см^{-1} в спектрі порошку фенілону С-2, а також зміни розподілення інтенсивності смуг в області $1700\text{--}1200 \text{ см}^{-1}$ при пресуванні, дає можливість припустити наявність летких домішок в вихідному матеріалі;

- звуження смуг поглинання спектра фенілону С-2 при пресуванні свідчить про впорядкування молекулярної структури полімерної матриці;

- зміна в низькочастотній області спектра (посилення поглинання при 715 та 450 см^{-1}) можуть бути викликані структурними змінами полімерної матриці.

На всіх рентгенограмах спостерігається широкий інтенсивний пік при куті $20\text{--}22,6^\circ$, але інтенсивність його зменшується зі збіль-

Таблиця 2. Термостійкість матеріалів

Матеріал	T_0	T_5	T_{10}	T_{20}
Вуглецеве волокно Урал Т-24-Cu	378	658	773	> 873
Фенілон С-2 (пресований)	333	393	673	758
Вуглепластик (фенілон С-2 + 17 мас. % Урал Т-24-Cu) – дослідні значення	353	648	713	838
Вуглепластик – розрахункові значення	341	438	690	-



шенням вмісту вуглецевого волокна з мідним покриттям, що свідчить про збільшення ступеня впорядкованості композитного матеріалу.

Також на рентгенограмах вихідного полімеру з'являються піки, характерні для міді, якою було модифіковане вуглецеве волокно, інтенсивність цих піків відповідно збільшується на рентгенограмах вуглепластиків зі збільшенням вмісту вуглецевого волокна з мідним покриттям. Рентгенограми ж полімерної матриці та вуглепластику, армованого 17 мас% волокна Урал-24 без металічного покриття, майже ідентичні.

Найчастіше властивість матеріалів при нагріванні характеризують термостійкістю [2]. Термічному аналізу піддавали відпресовані зразки вихідного волокна, фенілону та вихідного полімеру на його основі, що містить 17 мас. % волокна Урал Т-24-Си.

Результати досліджень показали, що вуглепластик більш термостійкий у порівнянні з вихідним полімером (табл. 2). Аналіз залежності втрати маси від температури показав, що процес розкладу вихідного полімеру протікає подібно базовому полімеру.

На першому етапі для досліджуваних матеріалів у температурному діапазоні 300-323 К, спостерігається поступове зменшення маси на 1,5-2%, пов'язане із втратою води. Потім, аж до $T=573$ К маса зразків залишається практично незмінною. Інтенсивна деструкція як вихідного фенілону С-2, так і вихідного полімеру на його основі, що супроводжується значною втратою маси, починається після 643 К.

Встановлено (табл. 2), що збільшення термостійкості, отримане експериментальним шляхом, перевищує адитивні її значення, розраховані аналітично, тому в цьому випадку можна зробити висновок про наявність синергетичного ефекту, що підсилюється в процесі переробки композиції в блоковий виріб.

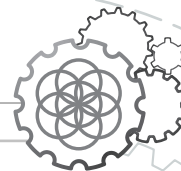
Визначення можливого механізму і розрахунок кінетичних параметрів процесу термодеструкції досліджуваних речовин здійснювали з використанням інтегральних кінетичних рівнянь різних механізмів гетерогенних процесів.

Як відомо, труднощі, що виникають під час оцінки кінетичних параметрів процесів термічного розкладу твердих речовин у заданому температурному інтервалі, пов'язані з великим числом суперечливих даних, на підставі яких отримані кінетичні рівняння, що характеризують різні твердофазні перетворення. Разом з тим, оцінюючи літературні джерела [2, 3] можна стверджувати про наявність сформованого стереотипу опису твердофазних процесів з вибором в якості критерію оцінки хіміко-технологічного процесу ступеня перетворення [2]

Встановлено, що магніторезонансний та флюоресцентний аналіз дозволяє характеризувати феро-, суперпара- або парамагнітні властивості композиту, розширюючи можливість цілеспрямованого створення композитів з наперед заданими властивостями. В результаті проведених досліджень ІЧ-спектрального та рентгеноструктурного аналізів зразків виявлено, що оптимальний комплекс властивостей, тобто ступінь впорядкованості компонентів в композитному матеріалі, має композиція, армована 17 мас.% Си-вуглецеве волокно, у дослідженому інтервалі.

Список використаної літератури

1. Соколов Л.Б., Герасимов В.Д., Савинов В.Д., Беляков В.К. Термостойкие ароматические полиамиды. – М.: Химия, 1975. – 256 с.
2. Шестак Я. Теория термического анализа. Физико-химические свойства твердых неорганических веществ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 456 с.
3. Коршак В.В. Химическое строение и температурные характеристики полимеров. Изд-во «Наука», 1970г. – 390 с.
4. Zuru A.A., Whitehead R., Griffiths D.L. A new technique for determination of the possible reaction mechanism from non-isothermal thermogravimetric data // Thermochim. Acta, 164, 1990. – P. 285-305.



Аршак Бадалян, канд. техн. наук

Гравитационная электростанция с круговоротом шариков

Цель наших теоретических исследований – создание технологически простого, не дорогого, экологически чистого и безопасного накопителя энергии. Кроме этого, поставлена цель более полноценного применения потенциала гравитационного поля Земли, создание накопителя с высоким коэффициентом полезного действия.

Актуальность данной темы очевидна для альтернативной энергетики. Также очевидно, что этими вопросами занята армия высококлассных специалистов в многих странах мира.

Чем же мы можем заинтересовать коллег? В наших системах заложено 3 подхода:

1. Тела, из которых составляется общая масса потенциальной гравитационной энергии, поднимаются на верхний уровень в водной среде за счет немного меньшей плотности, чем у воды;

2. Для преобразования гравитационной энергии в электрическую, масса (даже вода) тел с верхнего уровня на нижний перемещается не самотеком, а на конвейере – в специальных тарах (тележках);

3. Разработан оригинальный способ для перемещения тел из воздушной среды в водную таким образом, чтобы не было потерь воды и при этом расходовалось относительно не много электрической энергии.

Используя эти три подхода, мы получаем технологически простой, сравнительно не дорогой, экологически чистый и безопасный накопитель энергии. Материал для накопления гравитационной энергии легко можно получить из полимерных отходов, тем самым еще больше способствовать нормализации экологии.

Совмещением этих трёх подходов мы рассматриваем как рождение новой области альтернативной энергетики!

Действительно, для совершенствования каждого из трех вышеопределенных элементов можно найти большое количество хоро-

ших решений и довести до такого состояния, когда каждый из них сможет иметь прикладное значение, например, получение электрической энергии от гидросистемы, не разрушая экологию данной местности. Можно продолжить фантазии довольно далеко, однако это будет целесообразно только в том случае, если вышеназванная область действительно будет создана. Поэтому перейдем к конкретному решению.

Более конкретно предлагается система, в которой используется масса из небольших, примерно равных шарообразных твердых предметов (шариков), удельный вес каждого из которых немного меньше, чем у воды, при этом шарики поднимаются на верхний уровень в водной среде по трубам, а спускаются в воздушной среде на гравитационном грузовой конвейере, и перемещаются из воздушной среды в водную новым способом, отличающимся тем, что в процессе исключается выпуск воды и для этого используются специальные устройства – шлюзы с компенсатором. Компенсатор в шлюзовой камере выполняет обратнопоступательные перемещения таким образом, чтобы исключить выпуск воды.

Работа элементов шлюзовой камеры и компенсатора синхронизируется таким образом, чтобы в динамике минимизировались затраты электроэнергии. Это обеспечивает высокий коэффициент полезного действия и теоретически можно получить такие условия, когда затрачиваемая энергия будет меньше, чем вырабатываемая за счет круговорота шариков.

Еще больше экономии энергии можно получить, если компенсатор будет в виде цилиндрической спирали (закручиваться и выкручиваться в шлюзовую камеру). В последнем случае потребуются создание более точных элементов шлюзовой камеры, но это того стоит, так-как в таком случае речь может идти о гравитационной электростанции.



Для удобства читателей обзор существующих гравитационных накопителей представлен в конце статьи, а здесь сразу перейдём к описанию системы.

Описание системы накопления гравитационной энергии – гравитационная электростанция с круговоротом шариков

Предлагается новый способ накопления гравитационной энергии - когда в системе накопления гравитационной энергии, в которой в качестве массы для накопления гравитационной энергии используется масса из шарообразных твердых предметов (небольших, равных шариков) удельный вес каждого из которых немного меньше, чем у воды, при этом шарики поднимаются на верхний уровень в водной среде в трубе и спускаются вниз в воздушной среде гравитационным грузовым конвейером и перемещаются из воздушной среды в водную новым способом, отличающимся тем, что в этом процессе исключен выпуск воды и для этого используется специальное устройство, шлюз с компенсатором, а компенсатор в шлюзовой камере выполняет обратные поступательные движения таким образом, чтобы компенсировать объем перемещаемых шариков, исключить выпуск воды и в динамике расходовалось как можно меньше электроэнергии.

Накопитель гравитационной энергии предлагаемым способом технологически прост и безопасен, экологически чистый, не зависит от изменений в окружающей среде, может быть включён в любой момент, может хранить энергию сколько угодно долго без потерь, имеет высокий коэффициент полезного действия. Кроме того, следует отметить, что небольшие равные шарики с удельным весом немного меньше, чем у воды можно легко получить из полимерных отходов.

Блок-схема накопителя гравитационной энергии (гравитационная электростанция с круговоротом шариков) представлена на рис. 1.

Рассматриваемая система имеет много элементов и каждый из них важен, однако многие из них имеют простое решение в рамках современных технологий. Поэтому их конкретные исполнения целесообразно рассматривать уже при проектировании. Исходя из этого, в данном документе приводятся наиболее очевидные особенности вышеприведенных элементов.

В нашей системе функция гравитационного конвейера (3) не перевозка грузов, а наоборот – преобразование гравитационной энергии в электрическую энергию в воздушной среде за счет перемещения груза (массы шариков) с верхнего склада (1) вниз к нижнему складу (2). В частном случае, хорошим решением этой задачи (есть и другие варианты) – использовать тележечно – ленточный конвейер, в котором несущая тяговая лента соединена с тележками и движется вместе с ними. Колёса тележек ходят по рельсам, которые обеспечивают круговорот тележек. Этот конвейер напоминает аттракцион «Американские горки». С верхнего склада (1) в тележки конвейера (3) при помощи дозатора (5) равными порциями заполняются шарики. Дозатор (5) по отношению к конвейеру (3) устанавливается в таком месте, где рельсы по отношению к горизонту поворачиваются вниз. Под воздействием гравитационной силы (веса заполненных в тележку шариков), цепь тележек начинает движение. После начала движения, через определенное время, сигналом от электронного блока цифрового управления, синхронизации и питания (14) заполняется следующая тележка и т.д. Генераторы (4) подключаются к конвейеру посредством тяговой ленты. Электронная схема для генераторов (4) должна функционировать таким образом, чтобы кроме основной функции – выработки электрической энергии – генераторы выполняли бы еще одну роль – регулирование скорости перемещения цепи тележек. В номинальном режиме скорость конвейера должна быть постоянной, для продуктивного функционирования генераторов (4). Когда тележки между верхним (1) и нижним (2) складами все заполнены – получается наибольшая сила воздействия, и генераторы (4) вырабатывают максимально возможную электрическую энергию. Рельсы конвейера (3) у нижнего склада (2) делают разворот вверх, и установлены таким образом, чтобы тележка перевернулась и шарики высыпались в сторону нижнего склада (2). Длина участка рельсовых путей от верхнего склада (1) до нижнего (2) рассчитывается также таким образом, чтобы в тот момент, когда шарики высыпаются из нижней тележки, одновременно наверху дозатором (5) заполнилась очередная тележка. В этом случае масса шариков на конвейере (3) будет при-

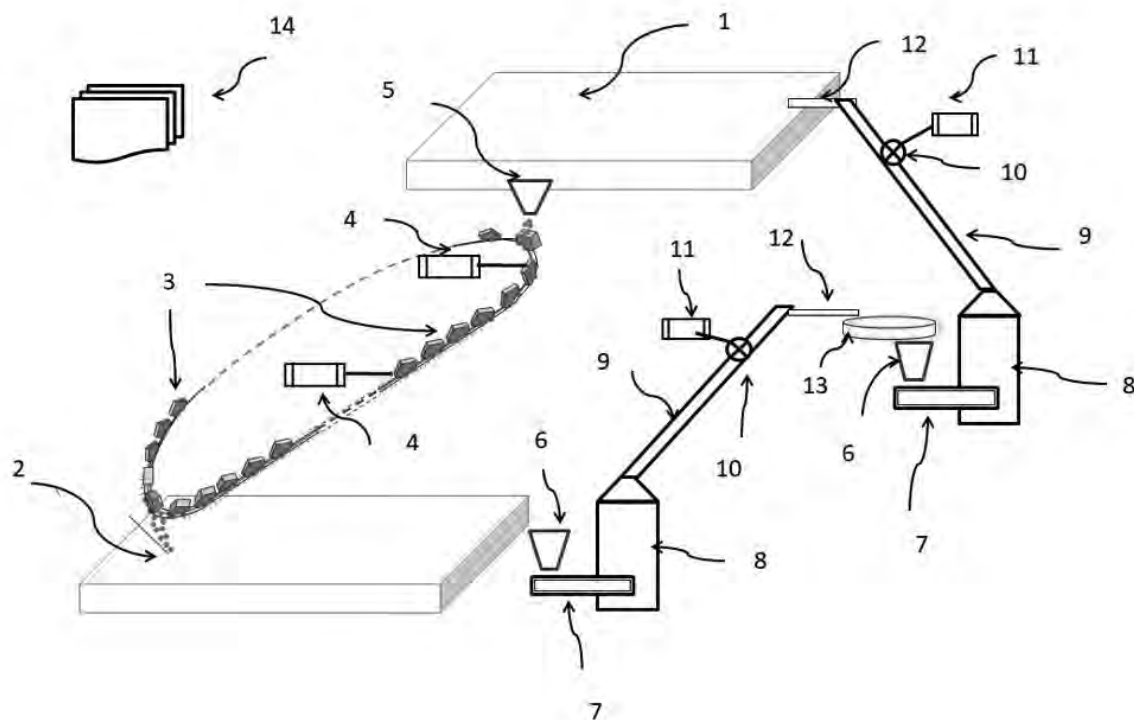


Рис. 1. Блок-схема накопителя гравитационной энергии (гравитационная электростанция с круговоротом шариков)

1 – верхний склад для массы шариков; 2 – нижний склад для массы шариков; 3 – гравитационный грузовой конвейер; 4 – генератор, подключенный к гравитационному грузовому конвейеру; 5 – дозатор, который с верхнего склада пропускает шарики рассчитанными порциями и заполняет тележки конвейера; 6 – дозатор, который пропускает шарики рассчитанными порциями для перемещения шариков из воздушной среды в водную среду; 7 – шлюз с компенсатором, при помощи которого шарики из воздушной среды перемещаются в цистерну, заполненную водой; 8 – цистерна; 9 – подключенная к цистерне труба, заполненная водой, в которой шарики поднимаются вверх; 10 – крыльчатка, которая устанавливается в трубе 9 и вращается в результате движения поднимающихся шариков; 11 – генератор, подключенный к крыльчатке 10; 12 – небольшая транспортерная лента, при помощи которой шарики выводятся с верхней части трубы 9; 13 – небольшой промежуточный склад для шариков, который устанавливается при необходимости увеличения разности высот между нижним 2 и верхним 1 складами; 14 – электронный блок цифрового управления, синхронизации и питания с соответствующими исполнительными устройствами, датчиками и стандартными электрохимическими аккумуляторами.

мерно неизменной и отрицательно не влияет на работу генераторов (4).

Складские помещения для шариков (1) и (2) должны быть невысокими (например, 1,8 м, что достаточно для выполнения в них профилактических работ). Над складскими помещениями получается некоторая площадь, которую, например, можно использовать как стоянку для автомобилей и т.п.

Шарики из нижнего склада (2), после ввода в цистерну (8) под действием выталкивающей силы водной среды поднимаются вверх и пройдя 2/3 трубы (9) приобретают кинетическую энергию и крутят крыльчатку (10), которая нагружает генератор (11). Это может дать примерно 5-7% от потенциальной энергии.

Новым и ключевым в рассматриваемой системе являются специальные устройства – шлюзы с компенсаторами (7). Рассмотрим их подробно.

Функционирование шлюзов с компенсаторами (7) показано на рис. 2-5. Дело в том, что для перевода шариков из воздушной среды в водную необходимо последовательно произвести несколько операций. Мы выделяем 4 такта работы шлюзов с компенсаторами.

Компенсаторы (22) изготавливаются из твердого вещества, удельный вес которого близок к удельному весу воды – в этом случае на них не будут действовать вертикальные силы в водной среде.

В первом такте входной люк (17) шлюзовой камеры (21) открыт, а люки (18) и (19) закрыты и клапан (20) открыт. Компенсатор (22) (в виде цилиндра) в первоначальном положении, то есть вне шлюзовой камеры (21) охваченный своим цилиндрическим держателем (23). Пропущенная дозатором (6) определенная порция шариков (15) через лоток (16) проходит в шлюзовую камеру (21). Через неко-

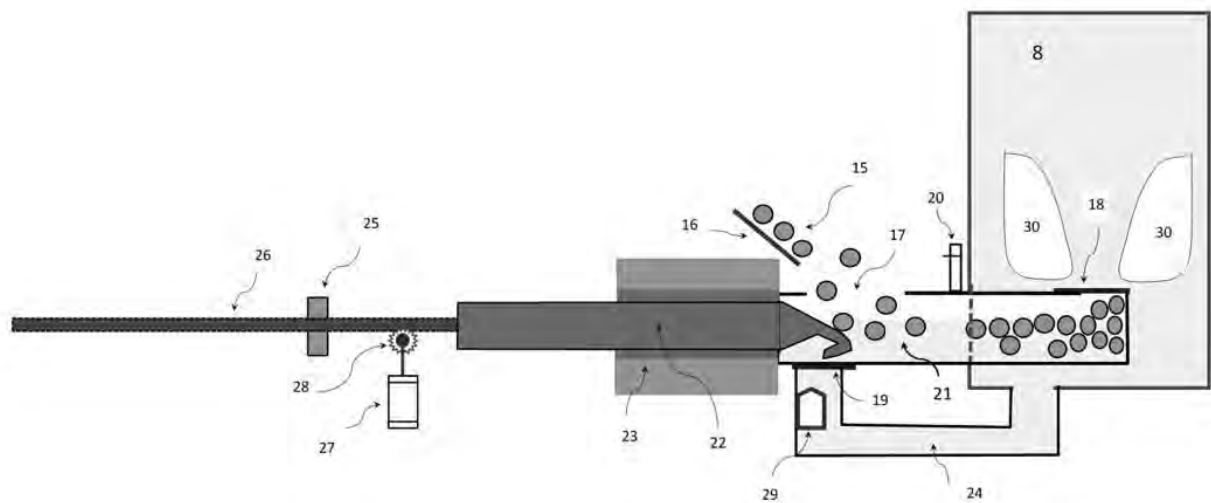


Рис. 2. Схема функционирования шлюза с компенсатором – Такт 1.

15 – равные небольшие шарики, удельный вес каждого из которых немного меньше чем у воды; 16 – лоток, который после дозатора 6 направляет движение шариков 15 к шлюзовой камере; 17 – входной люк шлюзовой камеры для шариков 15; 18 – выходной люк шлюзовой камеры для шариков 15; 19 – дополнительный люк в цепи обратной регулирующей связи; 20 – воздушный клапан; 21 – шлюзовая камера (в виде трубы); 22 – компенсатор (в виде цилиндра); 23 – цилиндрический держатель компенсатора; 24 – водный канал обратной обратной регулирующей связи; 25 – цилиндрический держатель стержня; 26 – стержень, который непосредственно толкает вперед или назад компенсатор 22; 27 – электрический двигатель; 28 – червячный редуктор; 29 – дополнительная помпа в цепи обратной регулирующей связи; 30 – воздушная подушка в цистерне 8 для ослабления влияния перепадов давления водной среды.

торое время шлюзовая камера заполняется шариками (15). На этом 1 Такт завершается.

Во *втором* такте люк (17) закрывается, после чего компенсатор (22) передвигается на заранее рассчитанное небольшое расстояние и через клапан (20) из шлюзовой камеры (21) выпускается оставшийся там воздух. Движения компенсатора (22) осуществляются при помощи электрического двигателя (27), который редуктором (28) с червячной передачей подключен к стержню (26), который в свою очередь толкает вперед или назад компенсатор (22). Стержень (26) одним концом подсоединен к компенсатору (22), а другим концом поддерживается цилиндрическим держателем (25) таким образом, чтобы не отклонялся от общей оси. Компенсатор (22) одной стороной перемещается в шлюзовой камере (21), а другой стороной скользит по стенкам цилиндрического держателя (23), за счет чего обеспечивается герметичность при воздействии давления водной среды. Управление двигателем (27), как и всеми другими исполнительными механизмами, осуществляется электронным блоком цифрового управления и синхронизации (14). После этого шага компенсатора (22) клапан (20) закрывается. Шлюзовая камера (21) остается заполненной только шариками (15) и водой. На этом второй Такт завершается.

В *третьем* Такте один за другим открываются люки (18) и (17). Шарика (15) под действием выталкивающей силы водной среды начинают движение вверх (см. Рис.4). Сразу с этим электронный блок управления и синхронизации (14) включает мотор (27) для передвигения компенсатора (22) вслед за передвигением шариков (15). Скорость перемещения компенсатора рассчитано таким образом, чтобы он не запаздывал за шариками (15), но и не толкал их. Так как компенсатор проникает в водную среду цистерны (8), может возникнуть дополнительное давление. Для ослабления лишнего давления в цистерне (8) размещены воздушные подушки (30), общий объем которых значительно превышает объем компенсатора (22). В третьем Такте одновременно с включением двигателя (27) включается также небольшой насос (29), за счет чего формируется направление движения воды в обратном водном канале (24). Целью является создание направления движения всей массы

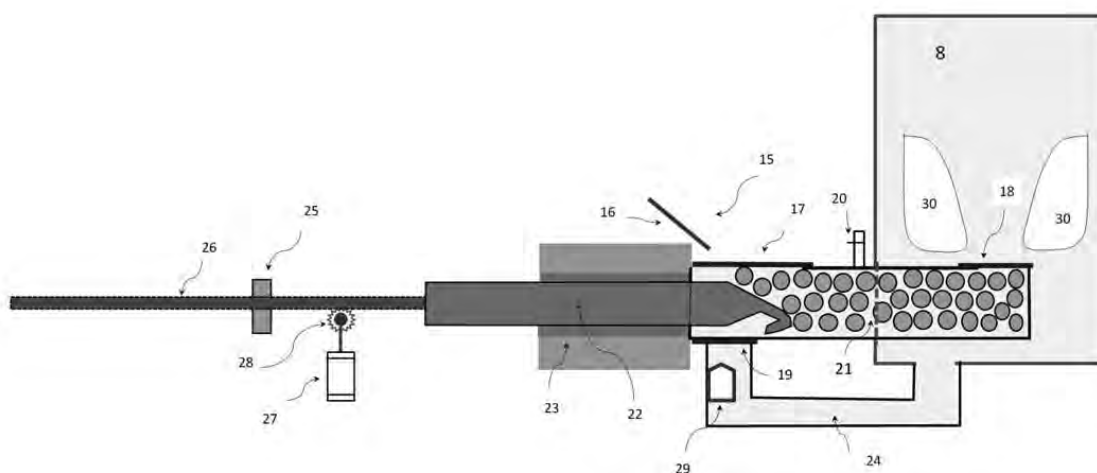
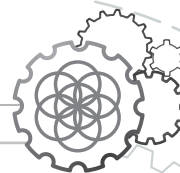


Рис. 3. Схема функціонування шлюза з компенсатором – Такт 2

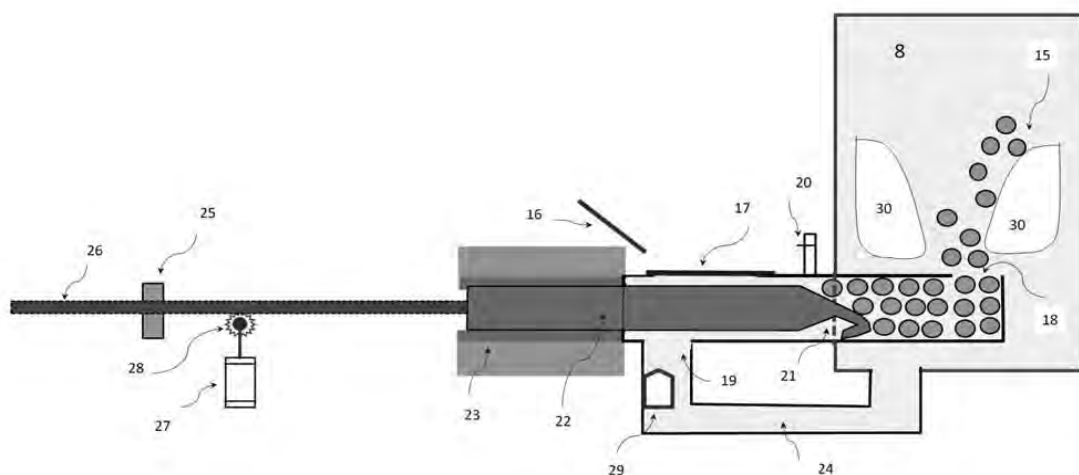


Рис. 4. Схема функціонування шлюза з компенсатором – Такт 3

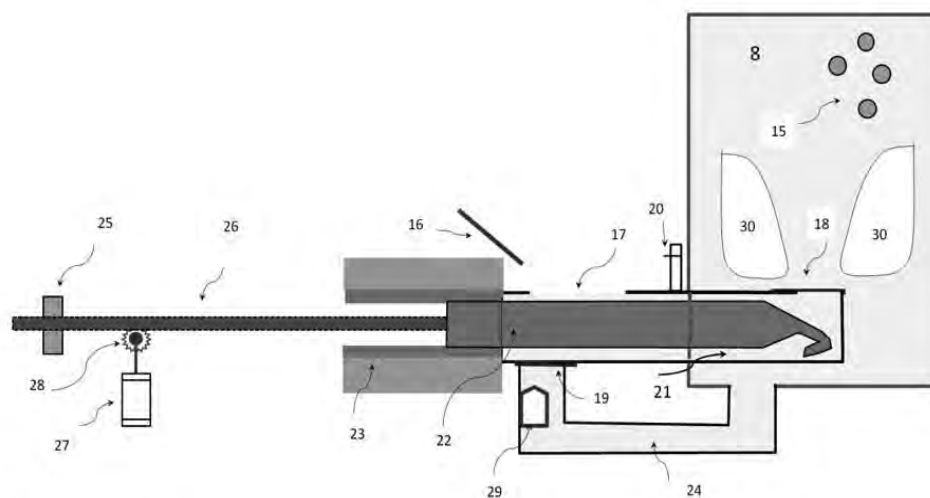


Рис. 5. Схема функціонування шлюза з компенсатором – Такт 4



в шлюзовой камере (21) вслед за движением шариков (15). Все это должно уменьшить расход электрической энергии в третьем Такте. Теоретически рассчитать экономию энергии сложно, однако можно предположить, что будет примерно 30%.

В четвертом Такте люки (19) и (18) закрываются, насос (29) выключается, после чего люк (17) и клапан (20) открываются. После этого блок цифрового управления (14) включает реверс мотора (27) для перевода компенсатора (22) в начальное положение. Скорость для возврата можно выбрать максимальной, так как ничего не мешает. Расходуемая энергия не велика, а время важно. После этого шлюзовая камера (21) готова для заполнения следующей порции шариков.

Вопросы реализации системы накопления гравитационной энергии (гравитационной электростанции с круговоротом шариков), а также теоретическая оценка целесообразности предлагаемых решений

Для получения существенного количества энергии за счет гравитационного поля Земли нужно переместить вниз значительное количество массы. Потенциальная энергия описывается следующим уравнением – $E = M \cdot g \cdot h$, где M – масса вещества, спускаемого вниз для выработки электроэнергии, g – гравитационная постоянная $9,8 \text{ м/с}^2$, h – разность уровней по высоте. Реально возможно преобразовать до 80% энергии. Так, если разница уровней 50 метров, то для получения 1 кВт·ч электроэнергии понадобится 9500 кг массы вещества. Если плотность вещества $0,85 \text{ г/см}^3$, то его объем составит $11,2 \text{ м}^3$. Предположим, что используемые шарики в диаметре 6 см., и удельный вес каждого из них $0,85 \text{ г/см}^3$. Выберем размеры шлюзовой камеры (21) – внутренний диаметр 37 см, длина 2,5 м. Входной люк (17) можно сделать в виде четверти цилиндра таким образом, чтобы он открывался или закрывался в результате вращения вокруг шлюзовой камеры (21). Длину люка (17) выберем примерно 80 см., тогда для полного заполнения шлюзовой камеры (21) шариками (15) будет достаточно 30 с (длительность первого Такта). Будем считать, что люк (17) закрывается за 15 сек. Тогда длительность второго Такта можно принять 30 с. Предположим также, что люк (18) для выпуска шариков

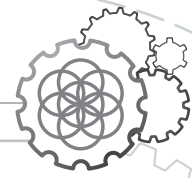
в водной среде функционирует аналогично, но его длина 30 см. После открытия люка (18), в третьем Такте шарики (15) под воздействием выталкивающей силы водной среды начинают движение вверх. Соответственно выберем скорость продвижения компенсатора (22) равным 10 см/с . Полное время продвижения компенсатора по всей длине камеры составит примерно 25 сек. Длительность третьего Такта примем в 1 мин. Четвертый Такт – ещё 30 сек. Таким образом полный цикл составит 2,5 мин.

В шлюзовую камеру (21) с отмеченными выше размерами заполнится 1075 шарика (15) с диаметром 6 см. Их общий объем составит 121,5 л, а вес 102,5 кг. Объем рабочей части соответствующего компенсатора (22) тоже должен быть 121,5 л, например, цилиндр диаметром 26 см. и длиной 225 см плюс небольшой наконечник.

Продолжая количественный анализ, представим, что к цистерне (8) высотой 2 м и объемом 1000 литров подсоединены 4 шлюза с компенсатором (7) с выше отмеченными размерами. Для перемещения шариков (15) в водной среде на уровень высотой 25 м. понадобится труба длиной примерно 40 м. Если внутренний диаметр трубы 35 см., то понадобится ещё 3800 л. воды.

В одной цистерне (8) шлюзы с компенсаторами (7) функционируют в разных фазах в течении одного цикла. В этом случае в течении 2,5 мин. один за другим 4 шлюза (7) переместят в цистерну (8) 410 кг шариков. Это соответствует потоку $2,74 \text{ кг/с}$. За один час поднимутся шарики с общей массой 9850 кг. Если их поднять на уровень 50 м., то мы получим всего 1,07 кВт·час накопленной энергии. Можно сделать вывод, что производительность желательнее увеличить, например, установив параллельно несколько линий.

Увеличим систему до промышленных масштабов. Например, представим холм высотой 200 м, на котором устанавливается склад (3) для шариков (15) следующих размеров – $50 \times 50 \times 1,8 \text{ м}$. Подключим для холма 10 подъемных линий. Увеличим также другие элементы: диаметр шариков (15) – 8 см.; объем цистерны (8) – 2000 л; длина шлюзовых камер (21) – 3 м; длина труб (9) – 75 м, которые поднимают уровень на 40 м и т.д. Тогда за один час поднимутся шарики с общей массой 210 т, и накопится 91,5 кВт·час энергии. За один день



можно накопить более, чем 1 МВт. ч энергии. Такая система должна содержать около 840 т воды, однако за один день сэкономит 3000 т воды, которое пропускать бы гидроэлектростанциями. За месяц экономия воды составила бы 90000 т. Оценка – создание таких систем целесообразна, более того – может возникнуть новая отрасль с большим потенциалом для развития.

В заключение проанализируем один важный аспект предлагаемой системы. Оценим расход энергии, необходимый для функционирования предлагаемой системы. За счет гравитационного поля Земли шарики (15) перемещаются вверх и вниз (в результате вырабатывается электроэнергия). Из верхней области труб (9) есть необходимость снимать шарики (15) и перемещать их в складское помещение (3) в горизонтальной плоскости. Это легко реализовать при помощи небольшой транспортной ленты (13) без существенных энергетических затрат. То-есть в основном энергия затрачивается на работу шлюзов с компенсаторами (7). В свою очередь энергия для функционирования шлюза с компенсатором (7) большей частью расходуется на перемещение компенсатора (22). Если компенсатор (22) рассматривать как поршень, то сила, действующая на него это давление водной среды (рис. 4), которая пропорциональна глубине водной среды, а также пропорциональна площади сечения компенсатора (22). Однако при движении компенсатора (22) силы, действующие на него, меняются и зависят от инерции всей массы, перемещающейся в шлюзовой камере (21). Кроме того, если удлинить шлюзовую камеру (21), станет меньше диаметр компенсатора (22) и соответственно площадь поперечного сечения. Выбрано соотношение 7 к 1-му. Это, и описанные выше дополнительные решения, способствуют уменьшению затрат энергии на перемещения компенсатора (22). Еще больше можно уменьшить площадь поперечного сечения компенсатора (22) если он будет в виде спирали (закручивать и выкручивать в шлюзовую камеру). В этом случае также изменятся направление и величина силы воздействия водной среды на компенсатор (22). Это должно существенно уменьшить расход энергии на перемещения компенсатора (22) в шлюзовой камере (21). Количественные данные можно получить только в результате

экспериментальных исследований, которые пока не осуществлены. Тем не менее предположим, что расход энергии уменьшится в два раза и будет на 20% меньше, чем генерируемая в результате круговорота шариков. В этом случае речь идет о гравитационной электростанции.

Обзор некоторых гравитационных накопителей энергии

Стремительный рост солнечной и других видов альтернативной энергетики ставят вопрос развития технологий накопления энергии для использования в промышленных масштабах. Среди различных способов накопления энергии рассматриваются также гравитационные накопители.

Известен способ накопления гравитационной энергии гидроэлектрическим способом, когда воду поднимают наверх насосами в соответствующее водохранилище [II]. Такие системы позволяют накапливать гравитационную энергию в значительных объемах, но у них есть недостатки. Недостатками этого способа являются: необходимость привязки к определенному месту, где есть перепад воды по высоте, необходимость постройки плотин со сложными и дорогостоящими гидротехническими сооружениями, возможности непредвиденных экологических последствий, возможности катастрофических последствий при разрушении гидротехнических сооружений, зависимость от природно-климатических условий. Кроме того, длительное хранение большого количества воды сложно из-за испарения. Все это уменьшает коэффициент полезного действия. Известен также накопитель [III, IV] в котором в качестве рабочего тела используются скользящий песок или грунтовая вода, которые поднимаются элеватором. В случае воды эта система обладает теми же свойствами, что и описанные выше гидроэлектрические станции. В случае использования песка также есть недостатки: песок меняет свои физические свойства в зависимости от влажности и температуры воздуха (может стать нескользким). Существует много сложностей для реализации. Коэффициент полезного действия низкий. Другим способом хранения гравитационной энергии являются Гидравлические аккумуляторы [VII, VIII, IX]. Однако они требуют специальной аппаратуры, работаю-



щей под высоким давлением, соответственно дорогостоящие и не безопасные. Можно предположить, что срок годности таких систем не велик в сравнении с количеством накапливаемой энергии. Коэффициент полезного действия низкий. Еще одним способом накопления гравитационной энергии является подъем тяжелых предметов, например, как представлено в [V] – подъем тяжелых предметов с генератором по склону на рельсах. Однако такие системы довольно опасны, так как имеют дело с очень тяжелыми предметами, сильно зависят от внешних факторов и для сохранения работоспособности рельсовых путей необходимы относительно частые профилактические работы. Каждый раз при подъеме груза необходимо учитывать различные внешние условия и часто бывает необходимо применять дополнительную силу для того, чтобы «оторвать» груз с места. Существует проблема предохранения от скатывания груза вниз. Все это значительно уменьшает коэффициент полезного действия.

Известна также подводная система хранения энергии (подводному хранению энергии сжатого воздуха) которая включает в себя резервуар для хранения сжатого газа. Бак включает в себя, по меньшей мере, одно отверстие для воды, через которое вода из окружающей среды может поступать в резервуар и выходить из него, и, по меньшей мере, одно отверстие для газа, через которое поступает сжатый газ. Однако и этот способ не лишен недостатков, во-первых, необходимость установки на большой глубине, низкий к.п.д., необходимость обоснования экологической безопасности и т.д. Все это значительно удлиняет срок окупаемости и может оказаться не целесообразным.

Наиболее близким к предлагаемой системе является идея создания системы выработки электроэнергии при помощи круговорота круглых твердых предметов – шариков [I]. В

этой системе должны циркулировать твердые шарообразные предметы, которые легче воды. Эта система состоит в основном из герметичных камер с жидкостью и воздухом. Сферические тела с использованием силы тяготения спускаются в вертикальной воздушной камере, чтобы преобразовать механическую энергию в электрическую энергию и через специальную открывающуюся в нужный момент дверцу (люк) попадают в водную камеру, после этого через вторую дверцу попадают в другую вертикальную водную камеру и поднимаются на верхний уровень и т.д. Авторы данной идеи [I] предполагают получить электрическую энергию без затрат потенциальной энергии, только за счет круговорота шариков – «Перпетуум Мобиле» с выработкой электрической энергии. По нашему мнению, это не сработает, так как не удастся преодолеть разницу давлений в различных камерах, и круговорот шариков не состоится. Однако даже, если представить, что каким-либо способом удастся осуществить круговорот шариков, в этой системе не избежать пропуска воды соответствующему объему проходящих шариков. Действительно, известно, что вода практически не сжимается и даже под высоким давлением её объём меняется незначительно. Т.е. при перемещении шарика в камеру с водой, чтобы не изменять общий объем, необходимо будет выпустить воду равную объему шарика. Чтобы поддержать процесс придется осуществлять выпуск соответствующего количества воды. Но это – потеря потенциальной энергии имеющейся в наличии воды. В лучшем случае получим нового типа гидроэлектростанцию, у которой к.п.д. вероятно низкий. Тем не менее, идея использования круговорота шариков в воздушной и в водной средах для применения гравитационной энергии мы считаем революционной. Необходимо искать новые решения. Одно из этих решений представлено в данной статье.