

РЕВОЛЮЦИЯ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

*Мыслящий человек является мерой всего.
Он есть огромное планетарное явление.*

В.И. Вернадский (1863–1945)

Анализируется процесс конструктивного совершенствования ветроэнергетических установок. Современные ветроэлектрические станции (ВЭС) создаются как правило с использованием ветротурбин мощностью 2–4 МВт. Единичная мощность ветротурбин, максимально достигнутая в настоящее время, составляет около 8 МВт, что находится на пределе современных технических возможностей монтажных работ. Таким образом, увеличение единичной мощности ветротурбин в настоящее время вошло в противоречие с используемой ныне классической схемой отбора энергии ветра, в связи с чем дальнейшее развитие ветроэнергетики мыслится на использовании новых подходов к съему энергии ветра и отказе от прежних конструктивных схем ВЭУ. В качестве такого нового подхода к созданию ветроэнергетических агрегатов рассматривается принципиально новая ветроэнергетическая установка турбогенераторного типа с прямым приводом разработки академика Инженерной академии Украины и академика международной инженерной академии, заслуженного изобретателя Украины Николая Степановича Голубенко. Анализируются характеристики принципиально новой конструктивной схемы – турбогенераторной ветроэлектрической установки с прямым приводом, решающей проблему повышения единичной мощности до 40–50 МВт. В статье открытие Н.С. Голубенко рассматривается как коренной революционный переворот в ветроэнергетике и вообще в энергетике, и это достижение ставится в ряд с величайшими мировыми достижениями в области науки и техники. Рассматриваются также личностные аспекты, способствующие возникновению открытий в науке и технике на примере отдельных выдающихся ученых и конструкторов.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ветровая электрическая станция (ВЭС), ветровая энергетическая установка (ВЭУ), ветротурбина.

Аналізується процес конструктивного удосконалення вітроенергетичних установок. Сучасні вітроенергетичні станції (ВЕС) створюються як правило із використанням вітротурбін потужності 2-4 МВт. Одинична потужність вітротурбін, яку досягнуто на теперішній час, складає близько 8 МВт, що знаходиться на межі сучасних технічних можливостей монтажних робіт. Таким чином, зростання одиничної потужності вітротурбін на цей час увійшло у протиріччя з використаною класичною схемою відбору енергії вітру, у зв'язку з чим подальший розвиток вітроенергетики бачиться на використанні нових підходів до знімання енергії вітру та у відмові від попередніх конструктивних схем ВЕУ. В якості такого нового підходу до створення вітроенергетичних агрегатів розглянуто принципово нова вітроенергетична установка турбогенераторного типу з прямим приводом розробки академіка Інженерної академії України Миколи Степановича Голубенко. Аналізуються характеристики принципово нової конструктивної схеми – турбогенераторної вітроелектричної установки з прямим приводом, яка вирішує проблему підвищення одиничної потужності до 40–50 МВт. У статті винахід М. С. Голубенко розглянуто як корінний революційний переворот у вітроенергетиці і взагалі в енергетиці, і це досягнення ставиться поряд із значними світовими досягненнями в галузі науки і техніки. Розглянуто також особисті аспекти, які сприяли виникненню винаходів у науці і техніці на прикладі окремих видатних вчених і конструкторів.

Ключові слова: вітроенергетика, вітрова енергетична станція (ВЕС), вітрова енергетична установка (ВЕУ), вітротурбіна.

The process of structural perfection of the wind energy systems is analysed. The modern wind power stations (WPS) are created as a rule with the use of wind turbines by power 2-4 MWt. The single power of wind turbines, maximally attained about 8 MWt, that is the limit of modern economic feasibilities of assembling works. Thus, the increase of single power of wind turbines in the conflict with the classic chart of wind energy extraction is used now, in this connection further development of wind energetic is thought to use of the new ways of taking the wind power and to refuse from the old constructions of the WPS. The new wind energy system of new turbogenerator type with the direct driving by academician of the Engineering academy of Ukraine and academician of international engineering academy, the famous inventor of Ukraine Nikolay Stepanovich Golubenko is considered. The characteristics of the fundamentally new constructors schema are analysed – the new wind energy system with turbogenerator solves the problem of increase of single power to 40-50 MWt. There is opening in the article, that N. S. Golubenko had done the revolution in the wind energetic and energetic in total, and this achievement is put in a row with the greatest world achievements in the wind energetic area of science and technique. Personality aspects assisting the origin of opening in science and technique on the example of separate prominent scientists and designers are also proposed.

Key words: wind power, wind power station (WPS), wind energy system (WES), wind turbine.

Введение: «Ничто не убеждает лучше примера». Возможен ли коренной переворот в области науки, техники и производства в современном мире? Кто в состоянии его свершить: коллектив, личность?..

История науки и техники убеждает, что свершают это, как правило, отдельные Личности. Вот несколько примеров.



МАСЛОВ
Анатолий Иоасафович
(1884 - 1968)

Выдающийся конструктор-кораблестроитель, главный конструктор первых советских крейсеров и целого ряда других кораблей, доктор технических наук, лауреат Государственной премии СССР (1942) **Анатолий Иоасафович Маслов** в 1932 году опубликовал работу «За революционные темпы и методы внедрения электросварки в судостроении». И это в то время, когда на стапелях всего мира трещали пневматические молотки и части кораблей соединяли клепкой. А на тех, кто ратовал за электросварку, смотрели как на ниспровергателей основ. Сейчас всем ясны преимущества сварки: ликвидация целой армии клепальщиков, нагревальщиков, чеканщиков и, главное, ускорение постройки кораблей. Но как было не просто прийти к этому тогда. А.И. Маслов, проявив настоящую смелость, в корпусных конструкциях первых крейсеров

использовал сварку [1].

Михаил Ильич Кошкин, выдающийся конструктор и организатор, живший в постоянном напряжении ума и воли, в активном и нетерпеливом действии, бесстрашный в достижении высокой цели, создавший принципиально новый, небывалый в мире танк – совершил революцию в мировом танкостроении.

Нелегко было Михаилу Ильичу отказаться от господствующей идеи колесно-гусеничного хода, убедить всех, что новый танк может и должен быть только гусеничным, с противоснарядной броней, с мощной пушкой. Но еще труднее было главному конструктору преодолеть сопротивление высокопоставленных оппонентов и противников, в том числе заместителя наркома обороны по вооружению командарма Г.И. Кулика на главном военном совете. Преодолеть недоброжелательность, неверие, скептицизм некоторых специалистов.



КОШКИН
Михаил Ильич
(1898 - 1940)

Для этого ему пришлось на свой страх и риск конструировать две танковые модели – заказанную, старую, опробованную, колесно-гусеничную с 45-миллиметровой пушкой и бензиновым двигателем, и инициативную, новую, забракованную, на гусеничном ходу, с длинноствольной бронепробиваемой 76 – миллиметровой пушкой, с дизельным двигателем.

Преодолев острые конфликты, буквально ценой собственной жизни, М.И. Кошкин создал главную боевую машину танковых войск – лучший средний танк Т-34 периода второй мировой войны 1939 – 1945 гг. Девять месяцев оставалось до нападения фашистов на нашу страну, а Михаил Ильич Кошкин уже пал за ее свободу, за ее победу – пал первым солдатом Великой Отечественной войны. В апреле 1942 года Кошкину (посмертно) была присуждена Государственная премия СССР, а в 1990 году (посмертно) присвоено звание Героя Социалистического Труда [2].

Вот оценки противником его детищу, танку Т-34: *«Их Т-34 был лучшим в мире»* (генерал-фельдмаршал Клейст). *«Танк Т-34 произвёл сенсацию... Русские, создав исключительно удачный и совершенно новый тип танка, совершили большой скачок в области танкостроения... Попытка создать танк по образцу русского Т-34 после его тщательной проверки немецкими конструкторами оказалась неосуществимой»* (Генерал Шнейдер).



ПАТОН
Евгений Оскарович
(1870 - 1953)

Создатель отечественной школы мостостроителей, выдающийся ученый **Евгений Оскарович Патон** неожиданно оставил любимую работу, прославившую его имя, и в 1929 году ушел в новую область техники – электросварку.

Начав почти с нуля, к концу первой пятилетки руководимый им научный коллектив сотворил важнейшее открытие – автоматическую скоростную сварку под флюсом, что стало революционным шагом в электросварке. Отметив неоценимое теоретическое и практическое значение этого открытия, Центральный Комитет партии и Совет Народных Комиссаров 20 декабря 1940 года приняли специальное постановление о внедрении автоматических установок Патона на двадцати крупнейших заводах страны. Его монографию «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса» напечатали за шесть дней. Беспрецедентный случай – ни одно научное исследование не выходило в свет за такой короткой срок!

Никто в мире не умел сваривать броневую сталь. Евгений Оскарович решил эту сложнейшую техническую задачу, что обеспечило массовый ускоренный конвейерный выпуск танков во время войны. Журналист В.М. Бачелис в статье, помещённой в газете «Известия», писал: *«И на Урале кипит сталь украинского замеса, строят танки ладные руки украинских мастеров, сваривает броню мысль украинского учёного... академика Патона»*.

Его автоматы, управляемые после краткого обучения подростками и женщинами, за один час и с лучшим качеством выполняли работы, на которые раньше квалифицированные сварщики затрачивали не менее двадцати часов. Уже в 1944 году патоновцы вели работы на пятидесяти двух заводах страны, где действовало 133 установки. В годы войны автоматы под флюсом сваривали 4 000 000 метров шва корпуса танка, было сэкономлено 5 000 000 киловатт часов электроэнергии, трудоёмкость изготовления корпуса танка снизилась в 5 раз.

А это оценка наркома танковой промышленности И.М. Зальцмана: *«Качественный толчок в производстве бронекорпусов дала предложенная академиком Е.О. Патоном автоматическая сварка. Мне посчастливилось работать с этим выдающимся учёным, вместе с ним...участвовать во внедрении автоматической сварки в производстве. Это была настоящая техническая революция и крупнейшая победа наших учёных и производственников над немецкими специалистами. На заводах Германии до конца войны корпуса сваривали в ручную. Не смогли освоить там выпуск и танковых дизелей».*

За годы войны академик Е.О. Патон был награжден тремя орденами, ему было присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда [3].

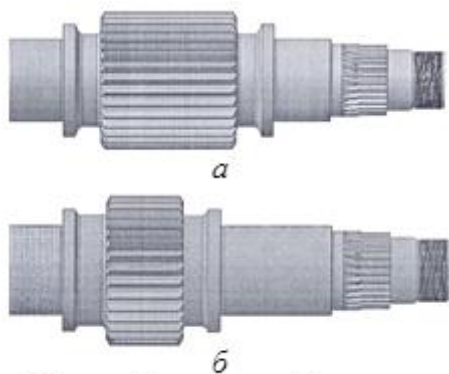
В современном редукторостроении, базирующемся на казалось бы незыблемой классической теории контактной прочности упруго сжатых тел Генриха Герца, использовались зубчатые передачи с линейным зацеплением зубьев. По этой же теории, но с точечным касанием, расчётные напряжения достигали не реально больших значений. Поэтому идею о создании эвольвентных зубчатых передач с точечным контактом зубьев практически никто не выдвигал, не рассматривал, и возникло утверждение о невозможности создания зубчатых передач с точечной системой зацепления зубьев.



ПОПОВ
Алексей Павлович

Доктор технических наук, профессор **Алексей Павлович Попов** из Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова (г. Николаев) поставил под сомнение этот постулат. Он впервые доказал и показал уникальность точечного зацепления эвольвентных зубьев на основе разработанной им новой (свыше 100 патентов Украины) теории контактной прочности [4].

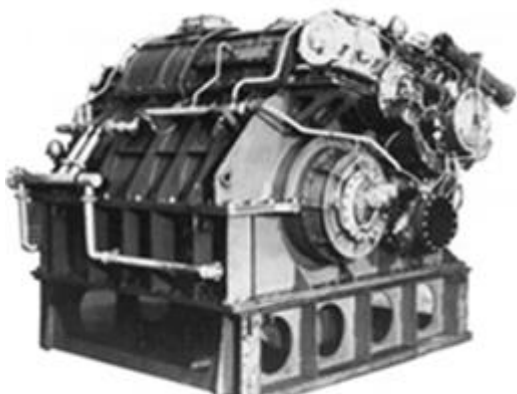
Новой теорией установлено, что точечный контакт зубьев практически по всем показателям более предпочтителен линейному (высокая нагрузочная способность по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба; существенное уменьшение весогабаритных показателей зубчатых передач; стабилизация формы пятна контакта и избежание кромоочного контакта зубьев и т.д.). Показано, что за счет нелинейности между упругими деформациями и напряжениями нагрузочная способность зубчатых передач по контактным напряжениям при точечном взаимодействии зубьев выше линейного в 1,3 раза. Кроме того, допускаемые величины контактных напряжений в 1,5...2,0 раза выше. Профессором Поповым А.П. разработаны зубчатые передачи с пространственной точечной двух-, трех-, четырехпарной системой зацепления зубьев, которые характеризуются уровнем снижения вибрации и шума от 10 до 25 децибел.



Штатная (а) и опытная (б) шестерни

Для подтверждения новой теории контактной прочности упруго сжатых тел с начальным точечным контактом сначала были проведены экспериментальные исследования в статике на натуральных образцах, имитирующих условия точечного взаимодействия зубьев, которые подтвердили расчетные данные. Затем на ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект» была изготовлена I ступень двухступенчатого штатного редуктора с точечным зацеплением зубьев вместо линейного.

При этом осевые размеры зубчатых колес были уменьшены в 1,75 раза. Опытный редуктор после 128 миллионов числа циклов нагружения, которое соответствует ГОСТ, показал отменные эксплуатационные качества. Нагрузочная способность опытного редуктора была выше штатного редуктора в 2,36 раза без учета нелинейности и в три раза выше с учетом нелинейности, а по напряжениям изгиба – больше в 1,7 раза. И, наконец, расчетным путем установлено, что опытный редуктор примерно на 12 децибел имел меньший уровень вибрации и шума по сравнению со штатным редуктором. В настоящее время опытный редуктор эксплуатируется в системе газотурбинного двигателя, а его наработка составила примерно 500 миллионов циклов.



Опытный редуктор

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования на примере опытного редуктора с пространственной точечной системой зацепления зубьев не имеют аналогов в мировой практике. Открытие профессора А.П. Попова является революционным прорывом в области современного машиностроения. Специалисты назвали его монографию «уникальной и дающей ответы на то, в каком направлении следует развивать редукторную науку и практику».

Великие мудрецы прошлого неоднократно подчёркивали силу воздействия примеров. **Исаак Ньютон:** *при изучении наук примеры не менее поучительны, нежели правила;* **Самюэл Джонсон:** *пример всегда влияет сильнее, чем проповедь;* **Н.И. Лобачевский:** *примеры научают лучше, чем толкования и книги.* Об этом же вторит и французская пословица, озаглавившая этот подраздел.

Приведенные более чем за 80-летний временной период и множество других примеров позволяют с уверенностью заключить, что коренной переворот в любой области жизни, науки, производства подсилён лишь талантливым, смелым и мужественным Личностям.

Материалы исследования. Как делаются открытия... И вот новое открытие в ветроэнергетике... А как и почему делаются открытия? И к чему они приводят? Ответ на эти вопросы находим в статье Михаила Андреева [5]:

«Трудно объяснить даже авторам, как и почему делаются Открытия и к чему они могут привести. Рассматривая эти явления, чисто фигурально слагаются целые легенды об импульсах озарения, хотя очевидно, что практически за каждым открытием скрывается непомерно огромный кропотливый интеллектуальный труд.

Всего лишь яблоко упало на голову Великого Ньютона, и возник Закон Всемирного тяготения; единственным желанием Карно было повысить коэффициент полезного действия тепловых машин и возникло целое направление науки - Термодинамика, с её вторым началом; карточный пасьянс с химическими элементами во сне явился Менделееву, и утром была готова знаменитая Таблица химических элементов; мысленно попытался "оседлать верхом" выпущенный луч света Эйнштейн, и весь Мир погрузился во мрак, но возникла Теория относительности, которая с помощью преобразований Лоренца позволила сжимать и растягивать Пространство и Время. Принцип неопределенности Гейзенберга, волна де Бройля и уравнение Шредингера заколебали всю Вселенную от микро- до макромира и возникла Квантовая механика; Дирак "столкнул между собой" электрон и позитрон, и "материя исчезла", оставив после соударения лишь два кванта света и уравнение дефекта массы. Клаузиус ввел в уравнение второго начала термодинамики понятие энтропии, которое показало неизбежность тепловой смерти Вселенной. Пригожин же разделил энтропию на внутреннюю и внешнюю и показал, что при их изменении в точках "бифуркации" могут возникать мощные диссипативные потоки энергии, которые способны создавать высокоупорядоченные структуры.

Сами авторы иронически относились к возникающим легендам, иногда поддерживая их. Но, когда Ньютона спросили, как он мог создать такую мощную (классическую) механику, он ответил просто: "Я стоял на плечах Гигантов". И таких Гигантов было немало: Эвклид, Архимед, Пифагор, Авиценна, Декарт, Кеплер, Галилей, Эйлер...

Непомерные работоспособность, целеустремлённость, упорство, альтруизм и энтузиазм лидеров передовой Науки поражают даже логически мыслящих индивидуумов».

Историческая параллель. Рассказу о революционных преобразованиях в современной ветроэнергетике целесообразно провести хотя бы тезисную историческую параллель.

Летом 1936 года, ровно 80 лет назад, наш земляк полтавчанин А.И. Шаргей – Ю.В. Кондратюк напутствовал прорабов, отправлявшихся в Крым начинать работы по строительству разработанной им невиданной по мощности ветроэлектростанции.

Её основные показатели: суммарная мощность – 12 тысяч кВт. И это тогда, когда мощность работающих в мире ветроэлектростанций не превышала 100 кВт, а начатое под Берлином в 1935 году строительство ВЭС мощностью 1000 кВт остановилось навсегда.



**Окончательный вариант проекта КрымВЭС.
По рисунку Н.В. Никитина**

Высота башни с учетом верхнего электромашинного зала 165 метров, диаметр трёхлопастных ветроколёс 80 метров, оси ветроколёс от уровня земли расположены на отметках 52,5 и 157 метров. Станция способна выдерживать ураган со скоростью ветра до 60 м/сек и порывы до 75 м/сек. Место для строительства выбрано в четырех километрах к северу от горы Ай-Петри в урочище Бедене-Кыр (Перепилинная Вершина) на высоте 1324 метра над уровнем моря. Отсюда и официальное название – «Крымская ВЭС» или «КрымВЭС».

Осталась в прошлом победа технического проекта уникальной, пионерной ветротурбины Кондратюка в академическом конкурсе, возглавляемом академиком АН СССР Борисом Григорьевичем Галёркиным, видным инженером и учёным в области строительной механики и теории упругости, одним из создателей теории изгиба

пластин. Особое значение в победе имело то обстоятельство, что члены конкурсной комиссии впервые столкнулись со столь новаторским проектом.

К обсуждению рабочего проекта Ю.В. Кондратюк привлекал крупных учёных, специалистов. Постоянными советниками и критиками проекта были ученики Н.Е. Жуковского академик АН УССР Г.Ф. Проскура и В.П. Ветчинкин. Консультировали проект КрымВЭС крупнейшие специалисты в области железобетонных конструкций и теории сооружений: В.М. Келдыш – отец будущего президента АН СССР М.В. Келдыша, П.Л. Пастернак, главный конструктор ленинградского металлического завода Г.Х. Тхипвалели, В.А. Константинов, С.А. Тер-Миносянц и другие видные специалисты.

Завершилась, наконец, и экспертиза рабочего проекта. В журналах и газетах появились статьи, посвящённые проекту КрымВЭС. Конструкция станции характеризовалась как весьма оригинальная, отличающаяся чрезвычайно остроумным разрешением ряда сложных и принципиально новых технических вопросов, а проект КрымВЭС рассматривался как решительный шаг в энергетику будущего.

Начатые в 1936 году строительные работы по сооружению железобетонной чаши под «стакан» башни, завершились её готовностью в 1937 году. Но со смертью куратора КрымВЭС Г.К.Орджоникидзе все работы по её созданию были похоронены.

Ежегодный рост единичной мощности ветротурбин – установившаяся общепризнанная мировая тенденция. Именно за счёт этого Германия достигла наиболее весомых результатов и много лет занимает лидирующее положение в мировой ветроэнергетике.

Непревзойденный до сегодняшнего дня по единичной мощности проект Юрия Кондратюка и сейчас является предметом профессионального интереса специалистов ветроэнергетиков всего мира, о чём автор на различных международных встречах неоднократно убеждался.



ШАРГЕЙ
Александр Игнатьевич
(**КОНДРАТЮК**
Юрий Васильевич)
(1897 – 1942)

Юрий Васильевич Кондратюк сделал открытие и изобретение (у него около 10 авторских свидетельств и патентов) не только в ветроэнергетике, в мукомольном и элеваторном деле.

Он один из основоположников теории ракетно-космической техники, космонавтики и звездоплавания, автор гениального труда по теории космического полёта **«ЗАВОЕВАНИЕ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВ»**, вышедшего в издании автора в Новосибирске в 1929 году. В этом труде Кондратюк самостоятельно, не будучи знаком с работами Циолковского, вывел основные уравнения движения ракеты, предложил озон в качестве окислителя жидкого горючего, рассчитал и доказал экономичность создания межпланетных промежуточных баз для автоматических и пилотируемых кораблей, отправляющихся на Луну и планеты солнечной системы, вывел формулу и

доказал экономичность создания летающих лабораторий типа «Салют» со сменяющимися экипажами, обосновал необходимость снабжения крыльями космических аппаратов при их посадке на планеты, имеющие атмосферу, предложил металлическое топливо, впервые математически доказал, что ракета, не сбрасывающая пустых топливных баков или не сжигающая их в сопле в качестве горючего, не может вылететь за пределы земного тяготения.

Сегодня имя нашего земляка, одного из пионеров мировой космонавтики Ю.В. Кондратюка золотыми буквами вписано в историю. Его работы признаны во всем мире, его именем назван кратер на обратной стороне Луны, ему установлен памятник в США на космодроме Канаверал [6].

Самая мощная в мире ветротурбина. Но вернемся к открытию в ветроэнергетике. Современная мировая ветроэнергетика – вполне зрелая и бурно развивающаяся отрасль энергетики с ежегодным приростом устанавливаемых мощностей свыше 20%. При этом новые ВЭС создаются с использованием ветротурбин мощностью в основном 2 – 4 МВт. Достигнутая в мире наибольшая единичная мощность 7,8 МВт (ветротурбина E-126 фирмы ENERCON) и 8 МВт (оффшорная ветротурбина V-164 фирмы VESTAS). Как видно, прослеживается тенденция приближения единичной мощности к проекту Юрия Кондратюка в 12 МВт, но препятствием на этом пути использования классической схемы становится предел технических возможностей монтажа. Генератор, например, E-126 имеет массу 250 тонн и диаметр 12 метров, ротор (включая лопасти) – 364 т, сама башня 2800 т, а общий вес всей конструкции составляет около 6000 т.

Академик Инженерной академии Украины, академик Международной инженерной академии, заслуженный изобретатель Украины, кандидат технических наук Николай Голубенко из ГП «КБ «Южное» разработал принципиально новую, нигде в мире до сейчас не применяемую конструктивную схему ветроэнергетических установок – турбогенераторную ВЭУ с прямым приводом, которая решает проблему повышения единичной мощности ветротурбин до 40 – 50 МВт.



Пилотний образец ВЭУ ТГ-750

Сущность турбогенераторной схемы ВЭУ состоит в аэродинамической мультипликации оборотов за счет расположения в средней части каждой лопасти основного ротора генератора, на валу которого устанавливается дополнительная ветротурбина. За счет большой окружной скорости (40–50 м/с) диаметр дополнительной ветротурбины в 10–15 раз меньше диаметра основного ротора. Соответственно и обороты турбин в 10–15 раз больше оборотов ротора, что позволяет снизить во столько же раз вес генераторов и исключает необходимость применения редукторов (мультипликаторов). Разработка защищена патентами Украины и международной заявкой.

Работоспособность и характеристики турбогенераторных ВЭУ были подтверждены в 2006–2008 годах при натурных испытаниях пилотного образца ВЭУ ТГ-750, созданного фирмой «ПКТБ «КОНКОРД».

Устройство турбогенераторной ВЭУ мегаваттного класса показано на рис.1 ниже. Ряд ноу-хау ветротурбин новой конструктивной схемы изложены в работе автора [7].

Укажем лишь основные ее особенности:

- схема позволяет применить синхронные генераторы, так как турбины работают с постоянными оборотами и обеспечивают подачу электроэнергии с частотой тока, которую имеет сеть. При этом турбогенераторы не имеют жёсткой кинематической связи с ротором ВЭУ;
- за счёт лобового сопротивления турбин крутящий момент уравнивается и не воздействует на лопасть, на ступицу, на опору;
- за счёт большого (на порядок больше, чем у ВЭУ классической схемы) момента инерции ротора с турбогенераторами значительно снижаются колебания мощности от порыва ветра;
- обеспечиваются автоматически переменные обороты основного ротора, поддерживая максимальное значение коэффициента мощности за счёт того, что турбины не связаны кинематически с основным ротором и не требуют установки для этого весьма дорогих преобразователей частоты;
- регулирование мощности при скоростях выше номинальной скорости ветра обеспечивается только поворотными лопастями, что позволяет в несколько раз уменьшить потребляемую мощность электроприводов;
- монтаж и демонтаж турбогенераторов возможен без демонтажа ротора, что необходимо делать в существующей схеме. При этом и высота монтажа уменьшается на 30% при демонтаже турбогенератора с опущенной вниз лопастью.

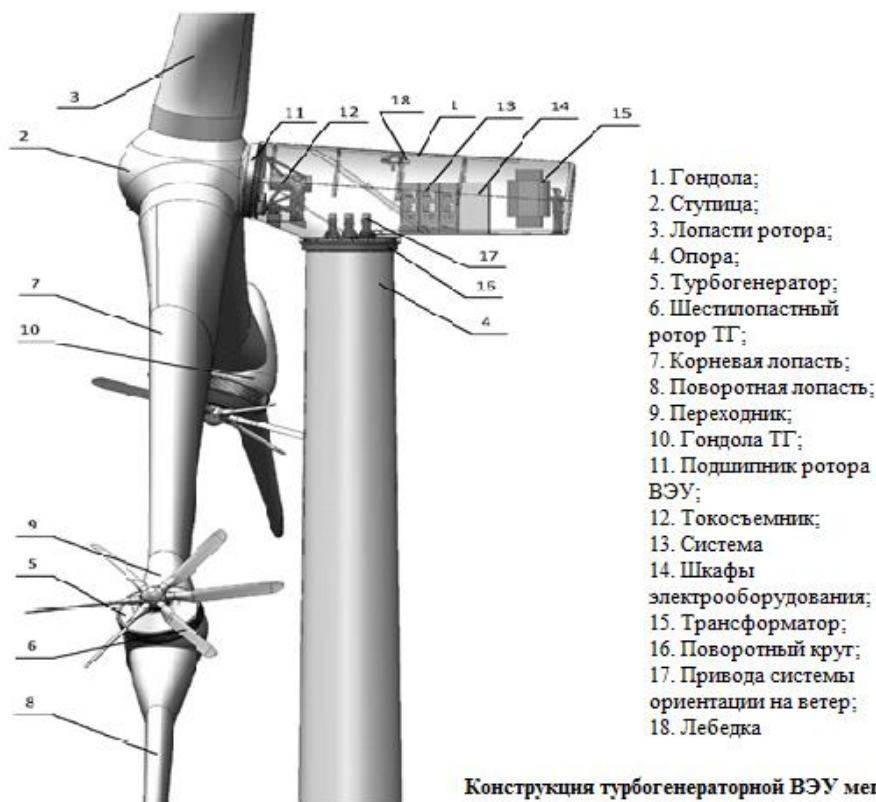


Рис.1

Вес трёх генераторов в турбогенераторной схеме в 4–5 раз легче моноблочного генератора классической схемы, а вес одного генератора в 8–12 раз легче моноблочного, что с учётом монтажа на лопасти, опущенной вниз, позволяет современными кранами монтировать турбогенераторную ВЭУ мощностью до 50 МВт.

Автором проанализированы и предложены этапы, сроки и стоимость разработок ветротурбин единичной мощности в 15, 30 и 50 МВт. Их изготовление в Украине и строительство ветроэлектрических станций на их основе позволит:

- в 1,5–2 раза уменьшить стоимость и сократить время строительства ВЭС;
- в 3,5–4,5 раза снизить вес и стоимость генераторов в сопоставлении с весом моноблочных генераторов классической схемы. При этом вес одного генератора (в предлагаемой схеме их три) в 10–14 раз меньше веса моноблочного генератора;
- в 3–5 раз сократить площади под строительство ВЭС и в 2–3 раза сократить эксплуатационные расходы;
- создать более миллиона рабочих мест, что особенно важно для молодого поколения, в том числе для выпускников высших учебных заведений;
- за 10 лет построить ВЭС общей установленной мощностью 15 000 МВт, которые обеспечат выработку более 20% потребляемой в Украине электроэнергии.

Несколько слов об авторе революционного преобразования в мировой ветроэнергетике.

**ГОЛУБЕНКО****Николай Степанович**

Николай Степанович Голубенко родился в 1936 году в селе Ново-Павловка Днепропетровской области. После окончания в 1959 году физико-технического факультета Днепропетровского госуниверситета работал конструктором по ракетной тематике на заводах, а с 1964 года – в государственном конструкторском бюро «Южное», г. Днепропетровск. За 40 лет работы в нем прошел все ступени профессионального роста от старшего инженера до начальника и главного конструктора КБ ракетных двигателей на твёрдом топливе, создав целый ряд уникальных узлов и агрегатов ракетных систем. Получил около 200 авторских свидетельств на изобретения, его научные работы опубликованы в 200 научных статьях, использованы в учебниках для студентов. За значительный вклад в разработку и внедрение новых решений в ракетной технике стал заслуженным изобретателем Украины, лауреатом государственной премии СССР, награжден орденом «Дружбы народов» и медалями «М.К. Янгель» и «В.Ф. и А.Ф. Уткин».

Параллельно с работами по ракетно-космической тематике в 1989 году Николай Степанович инициировал и возглавил в ГКБ «Южное» направление по созданию ВЭУ. Первый созданный в Украине при его непосредственном участии и руководстве ветроагрегат АВЭ-200 мощностью 200 кВт был смонтирован в Павлограде и запущен 28 апреля 1991 года. В течение 1992–2002 гг. на базе ветроагрегатов АВЭ-250С были построены промышленно-испытательные ВЭС в Украине (Акташская, Черноморская и Аджигольская) и в России (Варкутинская и Анадырская). Анадырская ветродизельная станция продолжает работать и уже давно полностью себя окупала.

Разработав в 2002 году безредукторную турбогенераторную схему ВЭУ, в 2004 году Н.С. Голубенко становится главным конструктором «Проектно-конструкторского технологического бюро «Конкорд». Создает опытный образец: за короткое время разработана конструкторско-технологическая документация на ВЭУ ТГ-750 по новой схеме мощностью 750 кВт. Ветрогенератор изготовлен на заводе фирмы «Конкорд», смонтирован в 2006 году в предместьях Днепропетровска и двухгодичными испытаниями подтвердила работоспособность и расчётный уровень основных характеристик новой схемы.

В 2014 году Николай Степанович возвращается в ГКБ «Южное» и продолжает работы по турбогенераторной тематике, получив более 30 патентов на ноу-хау. За весомый вклад в развитие отечественной ветроэнергетики награжден медалью «Ю.В. Кондратюк», серебряной и золотой медалями «А.Н. Подгорный», руководством области – отличием «За розвиток регіону».

Открытие и создание принципиально новой безредукторной турбогенераторной схемы ветроэнергетических установок, не имеющей аналогов в мировой практике и существенно изменяющей мировосприятие окружающей действительности, безусловно является революционным прорывом в современной мировой ветроэнергетике.

Обращают внимание потрясающие совпадения в жизни двух конструкторов – Кондратюка и Голубенко. Они оба достигли весомых результатов в ракетно-

космической тематике, оба, считая эту тематику главным делом жизни, своевременно в своём временном отрезке истории оценили значимость и важность ветроэнергетики для развития цивилизации, оба создали технические шедевры для её возрождения, становления и развития, которые значительно увеличили ценность высокотехнологических изделий мирового рынка. Наглядное представление о ценности высокотехнологических изделий в сопоставлении с поставками сырья на рынок дают такие цифры: 1 кг нефти приносит прибыль в 35 долларов, 1 кг бытовой техники в 50, 1 кг авиатехники в 1000, а 1 кг продукции информатики и электроники в 5000 долларов.

И, конечно же, оба способствовали повышению рейтинга Украины на мировой арене.

Выводы. Открытие Николая Степановича Голубенко даёт право вписать его имя в когорту лидеров передовой Науки рядом с именами приведенных в начале статьи Личностями. Ибо их объединяет высокий нестандартный созидательный потенциал, творческая мысль и действия, которые преодолевали стереотипы и находили новые пути развития. Каждый из них (как и многие другие Личности) своими открытиями, опережая реальности времени, совершил коренной переворот в науке и производстве, оказавший воздействие на все стороны жизни общества. В мировую копилку Украина внесла весомый процент научно-технических открытий. Но, одно дело дать, а другое дело – использовать эти открытия или способствовать их признанию и внедрению в мировую практику. Сегодня из 1000 патентов, зарегистрированных в Украине, до стадии внедрения в производство доходит лишь 6. В Финляндии, например, в среднем реализуется 30% патентов, в экономически развитых странах к производственным процессам привлекается 80% ученых, в Украине – 0,2%. Приведенные данные позволяют понять, что интеллектуальные ресурсы Украины огромны и их использование в полной мере должно стать первоочередной задачей государственной важности.

Труды конструктора Н.С. Голубенко должны стать укреплением интеллектуального фундамента Украины, ибо при государственном подходе и поддержке могут повлиять на экономическую и духовную жизнь мира.

Библиографические ссылки

1. **Стволинский, Ю.М.** Конструкторы надводных кораблей. Документальные рассказы о создателях советского флота. [Текст] / Ю.М. Стволинский. – Л.: Лениздат, 1987. – 270 с.
2. **Резник, Я.Л.** Сотворение брони: Документальная повесть [Текст] / Я.Л. Резник. – М.: Воениздат, 1987. – 304 с.
3. **Малишевский, И.Ю.** Рассказы о Патоне [Текст] / И.Ю. Малишевский. – К.: Наукова думка, 1984. – 492 с.
4. **Попов, А.П.** Зубчатые механизмы с точечным контактом зубьев [Текст] / А.П. Попов. – Николаев: Атолл, Прокопчук Т.Ю., 2010. – 774 с.
5. **Андреев, М.** Тайны кладовых подземного царства [Текст] / М. Андреев // Энергия инноваций. – 2005. – №2–3. – С. 81–89.
6. **Даценко, А.В.** «Я полечу туда...» Документальная повесть [Текст] / А.В. Даценко. – Харьков: Прапор, 1995. – 271 с.
7. **Голубенко, Н.** Турбогенераторные ветроэлектрические установки ТГ–15000 и ТГ–30000 [Текст] / Н. Голубенко // Новини енергетики. – 2016. – №5. – С. 29–35.