

# Ветроэнергетические установки



# 1. Зависимость эффективности ВЭУ от направления ветра

- Наибольшая эффективность горизонтально-осевых ВЭУ достижима только при условии обеспечения постоянной коллинеарности оси ветроколеса и направления ветра. Необходимость ориентации на ветер требует наличия в конструкции ВЭУ механизмов и систем ориентации на ветер для непрерывного слежения за ветровой обстановкой, поиска направления с максимальным ветровым потенциалом, поворота ветроколеса в этом направлении и его удержания в таком положении. Наличие в конструкции ВЭУ системы ориентации на ветер само по себе усложняет ветроагрегат и снижает его надежность



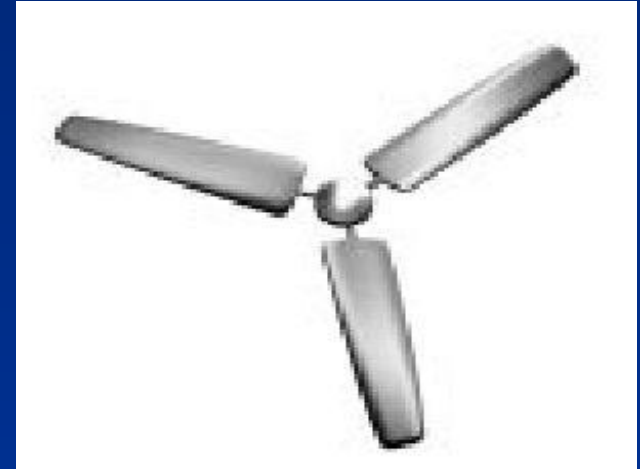
# 1. Зависимость эффективности ВЭУ от направления ветра

- Эффективность же работы вертикально-осевых ВЭУ принципиально не зависит от направления ветра, в связи с чем отпадает необходимость в механизмах и системах ориентации на ветер. Неравенство характеристик ветрового потока по высоте приводит лишь к некоторому выравниванию моментов поворота, снимаемых с лопастей.



## 2. Коэффициент использования энергии ветра

- Теоретически доказано, что коэффициент использования энергии ветра идеального ветроколеса горизонтальных, пропеллерных и вертикально-осевых установок равен, 0.593. Это объясняется тем, что роторы ВЭУ обоих типов используют один и тот же эффект подъемной силы, возникающий при обтекании ветровым потоком профилированной лопасти. К настоящему времени достигнутый на горизонтальных пропеллерных ВЭУ коэффициент использования энергии ветра составляет 0.4. Проведенные экспериментальные исследования российских вертикально-осевых установок показали, что достижение значения 0.4-0.45 - вполне реальная задача. Таким образом, можно отметить, что коэффициенты использования энергии ветра горизонтально-осевых пропеллерных и вертикально-осевых ВЭУ близки.



# 3. Запуск ВЭУ

- Считается, что момент трогания горизонтально-осевых пропеллерных ВЭУ не равен 0, поэтому для их запуска не требуются внешние источники энергии. Однако на практике ветроколесо этого типа самозапускается только в том случае, если оно с той или иной точностью направлено на ветер. При боковом же ветре мощное ветроколесо может и не самозапуститься и необходим внешний источник энергии для разворота гондолы с ветроколесом на ветер.



## 3. Запуск ВЭУ

- Долгое время считалось, что момент трогания вертикально-осевых ВЭУ равен 0, т. е. считалось, что они не самозапускаются. Однако российские ученые разработали ветро-ротор Дарье, который самозапускается при скорости ветра 3.5-4 м/с в зависимости от мощности ветро-турбины. Момент трогания этих ветроустановок гораздо больше 0, а для самораскрутки достаточно лишь небольшого порыва ветра.



# 4. Степень быстроходности

- Среди горизонтально-осевых пропеллерных ВЭУ наибольшее распространение получили быстроходные (до 5-7 модулей) установки с числом лопастей менее четырех. Они обеспечивают наивысший коэффициент использования энергии ветра, т. е. наиболее эффективны. Высокая степень быстроходности предполагает использование значительно усложняющих конструкцию ВЭУ специальных устройств и систем для ограничения угловой скорости вращения в определенных жестких пределах и предотвращения разноса ветроколеса и трансмиссии.



# 4. Степень быстроходности

- Принципиально вертикально-осевая ВЭУ с прямыми лопастями может быть быстроходной, ограничением является прочность лопастей па поперечные инерционные нагрузки и вибронагрузки. Тенденция разработки все более и более прочных, легких и дешевых композиционных материалов открывает перспективы создания быстроходных прямолопастных ветродвигателей типа Дарье.





# 5. Мощносьть

- Укрупнение горизонтально-осевых ВЭУ малоэффективно. Они имеют верхний предел мощности в 3-4 МВт, так как на их лопасти помимо центробежных действуют изгибающие силы, переменные по величине и направлению, что ограничивает размеры лопастей, существенно снижает надежность горизонтально-осевых пропеллерных ВЭУ и сокращает сроки их эксплуатации. Поэтому переход на большие мощности предполагает качественное изменение конструкции ВЭУ.



# 5. Мощність

- В свете этого наиболее предпочтительным решением является вертикально-осевая схема, теоретический предел мощности которой по современным представлениям на порядок выше теоретического предела мощности горизонтально-осевых пропеллерных ВЭУ.



# 6. Надежность

- В горизонтальных пропеллерных ВЭУ удачно используются достижения авиационной техники, в частности в области проектирования лопастей, систем управления углами их установки, трансмиссий. Следовательно, есть все основания полагать, что эти установки достаточно отработаны и их надежности могут быть даны далеко не низкие оценки



# 6. Надежность

- Очевидно, что после отработки вертикально-осевые ВЭУ, особенно агрегаты большой мощности, обещают более высокую надежность. Основанием для такого суждения являются значительное упрощение их конструкции, снижение уровня требований к изготовлению трансмиссий, упрощение условий монтажа и эксплуатации и т. д., что обусловлено следующими особенностями этих установок: отсутствие механизмов и систем управления поворотом гондолы на ветер, размещение генератора и мультипликатора на фундаменте, отсутствие необходимости в устройствах и системах управления углом установки лопастей, отсутствие проблем с передачей электроэнергии от генератора.

