

УДК 621.311.24

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОКОЛЕС С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

А.И.Яковлев, М.А.Затучная, И.Г.Головчинер, А.А.Зайкин

Переменное относительно направления набегающего потока положение профиля лопасти ветроколеса с вертикальной осью вращения создает и меняющийся угол атаки α . Максимальные по модулю углы атаки достигаются в точках окружности вращения профилей, где скорость ветра \vec{V} перпендикулярна окружной скорости \vec{U} (рис.1).

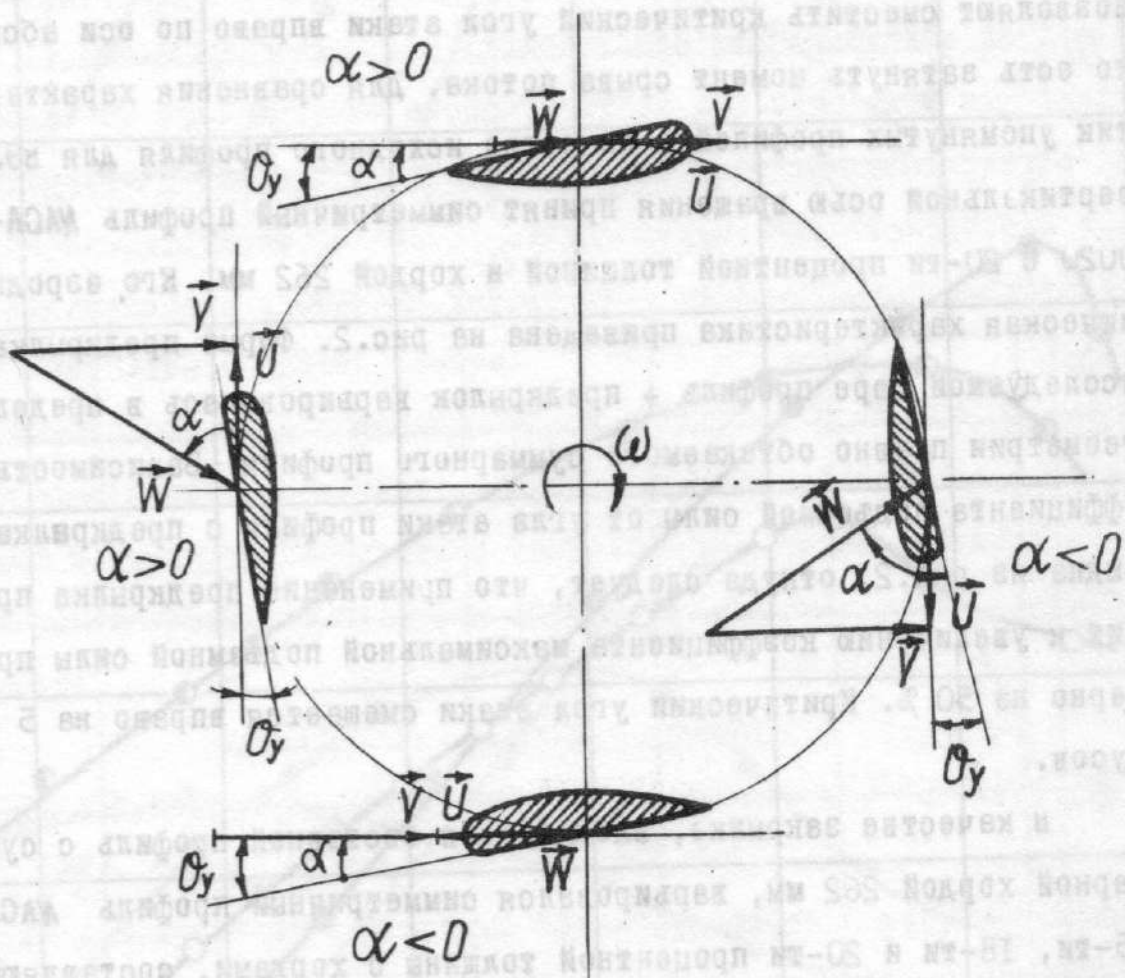


Рис.1

Изменение угла атаки при изменении
положения вращающегося профиля

С точки зрения срыва потока при обтекании профиля опасения вызывают большие положительные углы атаки. Поэтому наибольшую вероятность срыва имеет режим запуска ветроколеса, когда окружная скорость \bar{u} еще мала, и, следовательно, коэффициент быстроходности λ , равный $|\bar{u}|/|V|$, близок к нулю. В этих случаях абсолютная величина угла атаки может приблизиться к 90 градусам с разницей, равной величине угла установки θ_y .

Для предотвращения срыва потока и улучшения тем самым эффекта запуска ветроколеса были применены щелевые профили: противосрывные устройства которых в виде предкрылков и закрылков [1] позволяют сместить критический угол атаки вправо по оси абсцисс, то есть затянуть момент срыва потока. Для сравнения характеристик упомянутых профилей в качестве исходного профиля для ВЭУ с вертикальной осью вращения принят симметричный профиль **NACA-0020** с 20-ти процентной толщиной и хордой 262 мм. Его аэродинамическая характеристика приведена на рис.2. Форма предкрылка в исследуемой паре профиль + предкрылок варьировалась в пределах геометрии плавно обтекаемого суммарного профиля. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки профиля с предкрылком видна из рис.2, откуда следует, что применение предкрылка приводит к увеличению коэффициента максимальной подъемной силы примерно на 50 %. Критический угол атаки смещается вправо на 5 градусов.

В качестве закрылка, входящего в составной профиль с суммарной хордой 262 мм, варьировался симметричный профиль **NACA 15-ти, 18-ти и 20-ти** процентной толщины с хордами, составляющими 28, 30 и 32 % от суммарной хорды. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки для варианта с 32-х процентной хордой закрылка и 20-ти процентной толщиной представлена на рис.2. Ширина и глубина щели равны соответственно 4 и 10,5 мм. Сравнение

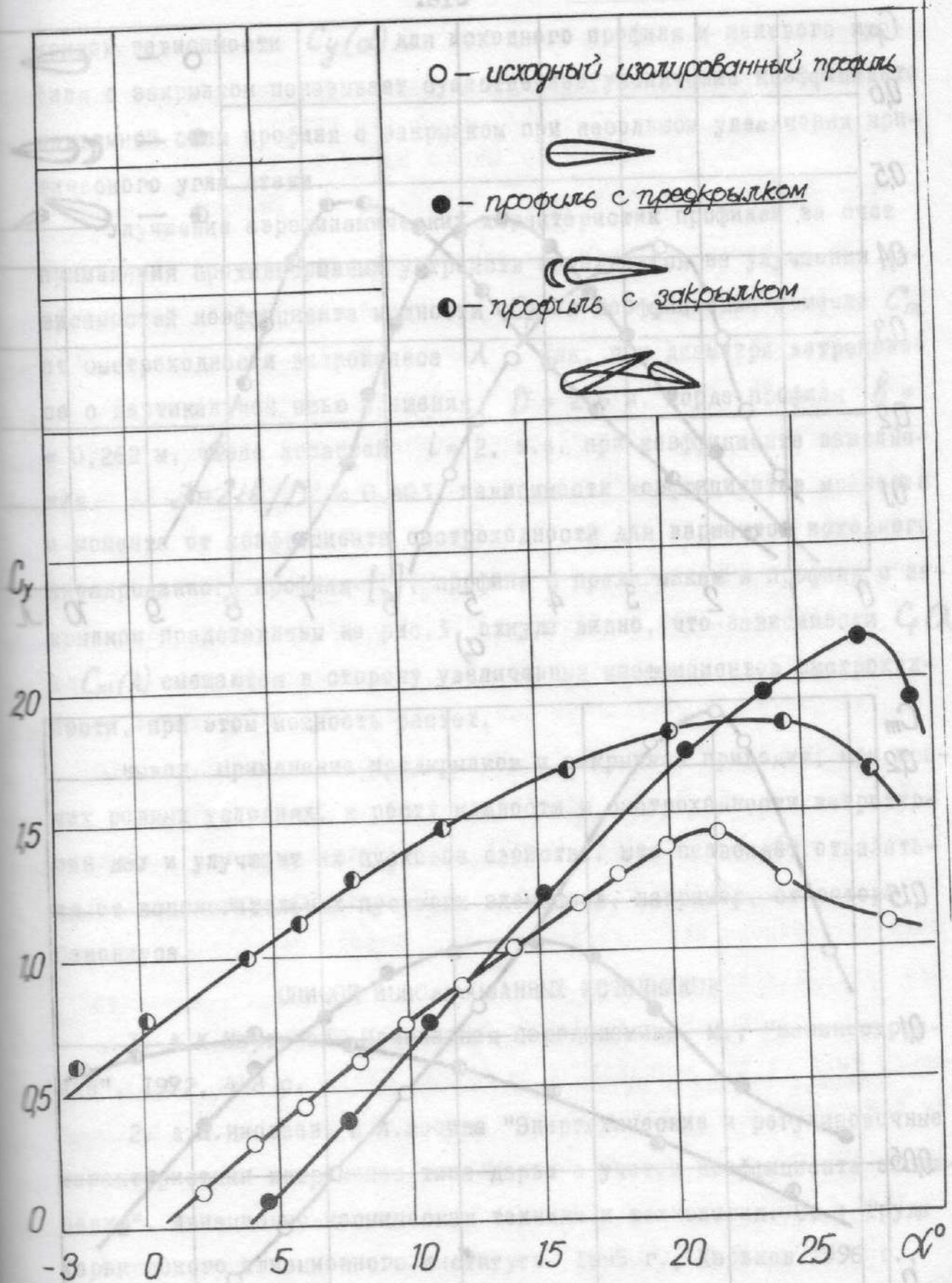


Рис. 2

Зависимость коэффициента подъемной силы
от угла атаки

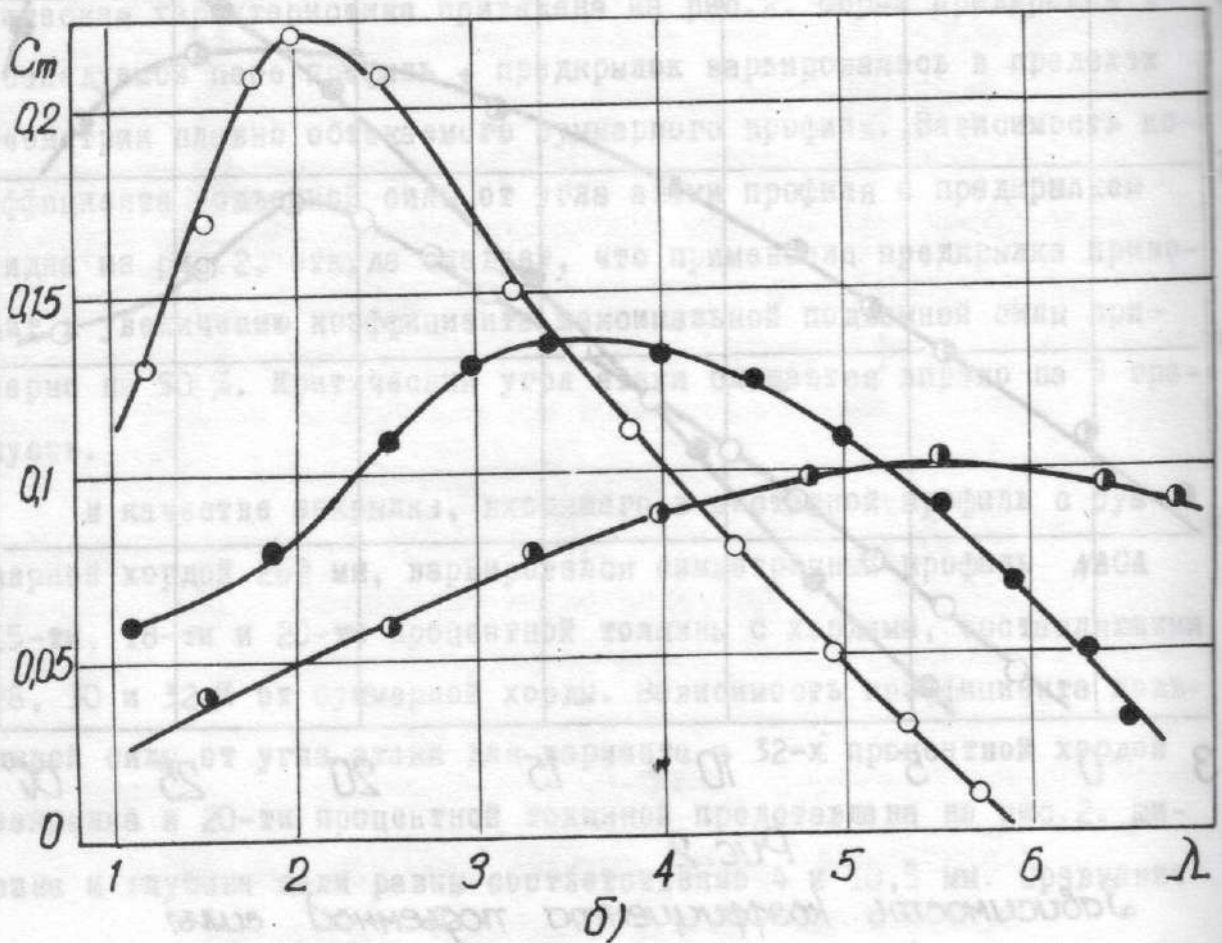
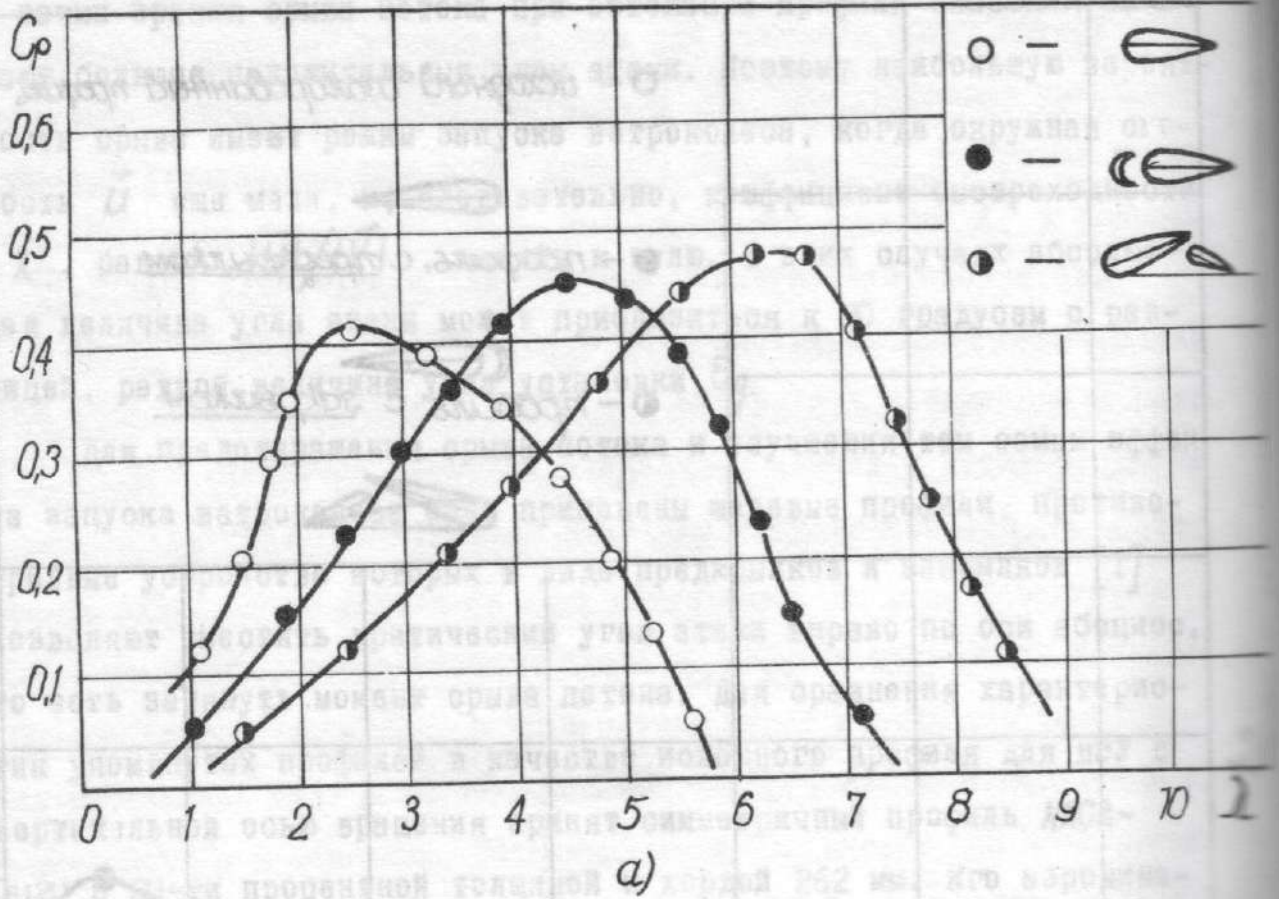


Рис. 3.

Влияние на характеристики а) $C_p(L)$ и б) $C_m(L)$ противосрывных устройств профилей.

кривой зависимости $C_y(\alpha)$ для исходного профиля и целевого профиля с закрылком показывает существенное увеличение коэффициента подъемной силы профиля с закрылком при неогромном увеличении критического угла атаки.

Улучшение аэродинамических характеристик профилей за счет применения противосрывных устройств сказывается на улучшении зависимостей коэффициента мощности C_p и коэффициента момента C_m от остротности ветроколеса λ . Так, при диаметре ветроколеса с вертикальной осью вращения $D = 2,6$ м, хорде профиля $b = 0,262$ м, числе лопастей $i = 2$, т.е. при коэффициенте заполнения $\sigma = 2ib/D = 0,403$, зависимости коэффициентов мощности и момента от коэффициента остротности для вариантов исходного изолированного профиля [2], профиля с предкрылком и профиля с закрылком представлены на рис. 3, откуда видно, что зависимости $C_p(\lambda)$ и $C_m(\lambda)$ смещаются в сторону увеличенных коэффициентов остротности, при этом мощность растет.

Вывод. Применение предкрылков и закрылков приводит, при прочих равных условиях, к росту мощности и остротности ветротурбин ВЭУ и улучшает их пусковые свойства. Это позволяет отказаться от вспомогательных пусковых элементов, например, от ротора Савониуса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.К.Мартынов. Прикладная аэродинамика. М., "Машиностроение", 1972, 448 с.
2. А.И.Яковлев, И.И.Мосина "Энергетические и регулировочные характеристики ветроколеса типа Дарье с учетом коэффициента заполнения". Авиационно-космическая техника и технология. Со.: Труды Харьковского авиационного института. 1995 г., Харьков 1996 г., с. 254-259.