

повысить с текущих 15 до 20-25 %, но использовать их для большой энергетики нецелесообразно ввиду гораздо более низкой производительности и сравнительно высоких затрат на промышленную добычу. Более уместной здесь явилась бы атомная энергия, которая считается наиболее дешевой в сравнении с остальными видами, и для которой в стране уже имеется достаточно развитая и в полной мере незадействованная научная база. Однако, при рассмотрении возможностей ее применения необходимо учитывать, что Беларусь не располагает соответствующим сырьем, а отходы атомной энергетики требуют специального и предположительно дорогостоящего захоронения. Кроме того, развитие мирного атома неминуемо воскресило бы память о Чернобыльской трагедии, вызвало бы широкий общественный резонанс, и могло бы быть использовано оппозиционными политиками для нагнетания внутренней напряженности в стране и призывов к внешнему вмешательству (наподобие ситуации в Иране). Кроме того, по некоторым оценкам, стоимость атомной энергии может быть в два раза выше предполагаемой, и в полтора раза выше производимой традиционным образом. Учитывая же длительность (до десяти лет) и затратность (2,2-2,6 млрд. долл. США) планируемого строительства атомной станции, на долю которой пришлось бы не более одной трети производимой электроэнергии, более уместным кажется сосредоточение людских и финансовых ресурсов на энергосбережении и одновременной проработке иных источников энергии, менее политически щепетильных, независимых от внешних сырьевых поставок, и более прогрессивных. Такими источниками могла бы явиться термоядерная энергия, энергия магнитных полей, геотермальные воды, ветряные и солнечные установки. Более активная и целенаправленная работа в данном направлении могла бы дать мощный толчок белорусской науке, способствовать инновационному развитию нашей страны, и в конечном итоге гарантировать ее истинную энергетическую безопасность.

Перспективы развития ветроэнергетики в Республике Беларусь в комплексном подходе

Ясовеев М.Г., Клецко О. М., *Белорусский государственный педагогический университет им. Максима Танка*

Энергия ветра известна человечеству не менее 2000 лет; в последние 10-15 лет бурно развивалось ее использование для производства электрической энергии.

Беларусь располагает ограниченными запасами горючих полезных ископаемых. Всего около 15 % ее потребностей может быть покрыта за счёт внутренних ресурсов. В объеме импорта стоимость энергоресурсов в денежном выражении составляет 60 %, а их стоимость около 2 млрд. долла-

ров США. В то же время состояние окружающей среды Республики Беларусь характеризуется острыми экологическими проблемами.

Исследованиями по 244 контрольным точкам, включая 54 метеостанции (статистические сведения - за 25 лет), 190 контрольным пунктам на территории Республики Беларусь и в стокилометровой зоне за рубежом ветроэнергетический потенциал Беларуси оценён в 220 млрд кВт/ч при единичной мощности ветроэнергетических установок (ВЭУ) в диапазоне 100-500 кВт. Установки такой мощности хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации в странах со сходными с Беларусью условиями. Земная поверхность с её значительной шероховатостью оказывает тормозящее влияние на ветровой поток и потому с удалением от неё скорость ветра возрастает в среднем по экспоненциальному закону. Увеличение скорости ветра с высотой максимально в нижнем стометровом слое атмосферы. На высоте 100 м скорость ветра почти в 2,5 раза больше, чем у поверхности земли и составляет 7,1 м/с. В следующем стометровом слое скорость ветра увеличивается лишь на 10-15%. В дальнейшем градиент роста скорости ещё больше замедляется. Так как средняя скорость ветра у поверхности земли в Республике Беларусь относительно небольшая (2,9 м/с), то в условиях Беларуси целесообразно размещать ВЭУ на грядках холмов высотой от 20 до 80 м, где фоновая скорость ветра может достигать 5-8 м/с и на каждой из них можно разместить от 3 до 20 ВЭУ с номинальной рабочей скоростью ветра 12-15 м/с.

При выборе конкретных образцов ВЭУ необходимо дополнительно учитывать ряд факторов, связанных с величиной фактического ветроэнергетического ресурса в месте непосредственного размещения ВЭУ. К таким факторам относятся:

- 1) абсолютная отметка поверхности земли;
- 2) высота возвышения площадок и их открытость;
- 3) отдалённость предлагаемого места размещения ВЭУ от потребителя (одним из недостатков ВЭУ является шум), от линий электропередач и т. д.; Так как скорость ветра в РБ изменяется в течение года, то целесообразно применять комплексные энергоустановки, которые будут использовать ветер, совместно с другими источниками энергии (дизель-генератор, солнечные модули, микроГЭС и т.п.). Эти источники энергии дополняют ВЭУ с целью обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителя в безветренную погоду.

Цена электроэнергии, вырабатываемой ВЭУ, являющаяся комплексным показателем эффективности ветроэнергетики, за последние 20 лет снизилась примерно в пять раз и сохраняет данную тенденцию (см. рис.). По прогнозным оценкам, цена электроэнергии, вырабатываемой ВЭУ, к 2005 году составила 2,5-3 цента за 1кВт/ч. При массовом строительстве ветроэлектростанций можно рассчитывать на то, что в дальнейшем цена одного киловатт-часа существенно снизится и окажется сравнимой со

стоимостью электроэнергии, вырабатываемой ТЭС и ГЭС. В подтверждение этого аргумента говорит тот факт, конструкции ВЭС постоянно совершенствуются: улучшаются их аэродинамика и электрические параметры, уменьшаются механические потери и т. д. С возрастанием установленной мощности ветроэнергоустановок увеличивается и часть годового производства электроэнергии на 1кВт установленной мощности, что достигается за счёт улучшения характеристик ВЭУ, и снижается такой технико-экономический показатель, как стоимость 1кВт установленной мощности. Если в начале 90-х годов, долевая стоимость ВЭУ составляла приблизительно 1200 долл. США за 1кВт, то при применении современных ВЭУ этот показатель уменьшился до 700-800 долл. США за 1кВт.