

– фиксированный угол установки: конструкция солнечной электростанции может быть выполнена без вращающихся частей, что, хотя и приводит к снижению коэффициента использования установленной мощности, в условиях низких температур является преимуществом;

– выпадение снега: может потребоваться механическая уборка снега, либо установка вибрационных двигателей, либо безрамочный конструктив солнечных панелей.

Использование в Арктике ветряных электростанций сопряжено со следующими особенностями:

– климатическое исполнение: оборудование должно не разрушаться под воздействием ураганных ветров, функционировать при отрицательных температурах, ее перепадах, образовании наледи и т.д.;

– транспорт и инфраструктура: доставка оборудования до места установки часто затруднена;

– вариативность расположения на местности ниже, чем у солнечных электростанций;

– шум от лопастей крупных ветроэнергетических установок;

– локализация оборудования: многие перспективные проекты в РФ были свернуты из-за сложности поставок комплектующих;

– квалифицированный персонал: наличие подготовленных кадров для ремонта и обслуживания ветроэнергетических установок в Арктике может быть проблемой.

Кроме того, в докладе затронуты возможные сферы применения ВИЭ в Арктической зоне.

Список использованных источников

1. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей в Арктической зоне Российской Федерации / О.С. Попель, С.В. Киселева, М.О. Моргунова [и др.] // Арктика: экология и экономика – 2015. – № 1 (17). – С. 64–69.

2. Попель, О.С. Перспективные технологии малой и возобновляемой энергетики для освоения и развития арктической зоны Российской Федерации / О.С. Попель // Государственный аудит. Право. Экономика. – 2017. – № 1. – С. 44–52.

3. Использование возобновляемых источников энергии для питания собственных нужд нефтепровода / К.В. Суслов, И.Н. Шушпанов, Д.В. Воронцов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2018. – Т. 20. – № 1–2. – С. 70–79.

4. Эксперты: в Арктике возможно широкое применение альтернативной энергетики [Электронный ресурс] // Информационное агентство ТАСС. – Режим доступа: <http://tass.ru/v-strane/4382568>.

5. Pantic, L. The assessment of different models to predict solar module temperature, output power and efficiency for Nis, Serbia. / L. Pantic, T. Pavlovic, D. Milosavljevic // Energy. – 2016. – № 109. – P. 38–48.

УДК 625.73

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ СПИРАЛЬНОВИТЫХ ГОФРИРОВАННЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

К.П. Моргунов

*Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
г. Санкт-Петербург*

Гидравлические условия работы гофрированных труб, используемых в качестве водопропускников при строительстве автодорог, вследствие повышенной шероховатости стенок имеют свои особенности. Представлена методика и результаты экспериментального определения коэффициента шероховатости внутренней поверхности металлических спиральновитых гофрированных труб.

Формула Шези устанавливает зависимость расхода жидкости в трубе от гидравлических характеристик потока $Q = \omega C \sqrt{Ri}$ [1]. Определяя коэффициент Шези по формуле Маннинга

$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$, получим выражение для определения коэффициента шероховатости

$$n = \frac{\omega R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}}{Q},$$

где Q – расход жидкости, м³/с; ω – площадь живого сечения потока, м²; C – коэффициент Шези, м^{0,5}/с; $R = \frac{\omega}{\chi}$ – гидравлический радиус живого сечения, м; χ – смоченный периметр, м; i – гидравлический уклон, который при равномерном движении потока со свободной поверхностью равен геометрическому уклону дна и свободной поверхности.

Живое сечение потока в трубе круглого сечения представляет собой круговой сегмент, площадь которого зависит от степени наполнения трубы

$$\omega = \frac{r^2}{2} \left(\pi \frac{\alpha}{180} - \sin \alpha \right),$$

где $\alpha = 2 \arccos \left(\frac{r-h}{r} \right)$, h – глубина потока в трубе; r – радиус трубы.

Эксперименты по определению коэффициентов шероховатости спиральновитых металлических гофрированных труб (СВМГТ) проводились в русловом лотке гидротехнической лаборатории имени профессора В. Е. Тимонова ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова (г. Санкт-Петербург). Установка представляла собой металлический каркас (см. рис), на котором с напорной стороны перпендикулярно продольной оси лотка закреплялся щит, полностью перегородивающий поток в лотке. В щите устраивалось входное отверстие для оголовка гофрированной трубы, размеры которого определялись диаметром исследуемой трубы. Исследовались трубы двух диаметров: 500 мм с гофром 68 × 13 мм и 1 000 мм, размеры гофра 125 × 26 мм. Исследования были проведены для разных уклонов дна труб: 0,03; 0,02 и 0,01 при разных степенях заполнения. Для контроля равномерности движения в трубу были врезаны пьезометры, показывающие глубину потока.

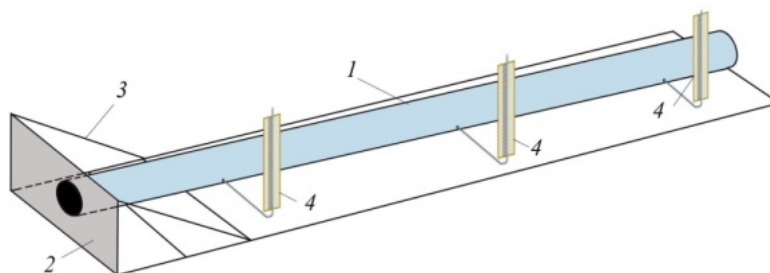


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки:
1 – испытуемая гофрированная труба; 2 – щит с входным отверстием;
3 – металлический каркас; 4 – пьезометры

Результаты выполненной серии экспериментов (см. таблицу) показали, что определяемые коэффициенты шероховатости для труб рассматриваемого диаметра зависят практически только от диаметра труб и размеров гофра. Величина полученных коэффициентов шероховатости не зависит от уклона расположения трубы, степени наполнения и материала облицовки.

Таблица 1 – Экспериментально определенные коэффициенты шероховатости СВМГТ

Диаметр трубы, мм	Облицовка	Среднее значение коэффициента шероховатости	Разброс относительно среднего значения, %
500	Полимер	0,02018	1,0–2,5 %
	Оцинковка	0,02047	1,2–2,6 %
1000	Полимер	0,02541	1,1–3,4 %
	Оцинковка	0,02535	0,7–4,4 %

Полученные значения коэффициентов рекомендованы к использованию при выполнении гидравлических расчетов водопропускной способности соответствующих спиральновитых металлических гофрированных труб.