



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ**  
**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ**  
**METAL CONSTRUCTIONS**

№3, ТОМ 14 (2008) 169-180

УДК 621.315

(08)-0164-1

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИСТРОЮ ВИМІРЮВАННЯ ОЖЕЛЕДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ МЕТЕОПОСТІВ**

**Я.В. Назім, О.О. Лещенко**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,*

*вул. Державіна 2, 86123, м. Макіївка, Україна.*

*E-mail: ksv@dgasa.dn.ua*

*Отримана 20 червня 2008; прийнята 30 червня 2008*

**Анотація.** В 2004 українськими вченими була розроблена система моніторингу ожеледно-вітрових навантажень на повітряні лінії електропередавання, основним компонентом якої є автоматизований ожеледно-вітровий метеопост. Експлуатація метеопостів в реальних умовах на підстанціях НЕК «Укренерго» виявила серйозні проблеми їх функціонування. В статті розглянуті та коротко охарактеризовані закордонні автоматизовані системи моніторингу. Виконано аналіз причин недоліків вітчизняної системи моніторингу, описані шляхи удосконалення найбільш складного та відповідального елемента ожеледно-вітрового метеопоста – пристрою вимірювання ожеледного навантаження. Також в статті надається опис структури та принципів роботи удосконаленого ожеледно-вітрового метеопоста, який у цей час знаходиться на стадії впровадження.

**Ключові слова:** повітряні лінії електропередавання, ожеледні та вітрові навантаження, автоматизована система моніторингу, пристрій вимірювання, імітатор дроту, напрямок вітру.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ГОЛОЛЕДНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ МЕТЕОПОСТОВ**

**Я.В. Назим, А.А. Лещенко**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,*

*ул. Державина 2, 86123, г. Макеевка, Украина.*

*E-mail: ksv@dgasa.dn.ua*

*Получена 20 июня 2008; принята 30 июня 2008*

**Аннотация.** В 2004 украинскими учеными была разработана система мониторинга гололедно-ветровых нагрузок на воздушные линии электропередачи, основным компонентом которой является автоматизированный гололедно-ветровой метеопост. Эксплуатация метеопостов в реальных условиях на подстанциях НЭК «Укрэнерго» выявила ряд проблем их функционирования. В статье рассмотрены и кратко охарактеризованы зарубежные автоматизированные системы мониторинга. Произведен анализ причин недостатков отечественной системы мониторинга, описаны пути совершенствования наиболее сложного и ответственного элемента гололедно-ветрового метеопоста – устройства измерения гололедной нагрузки. Также в статье приводится описание структуры и принципов работы усовершенствованного гололедно-ветрового метеопоста, находящегося в данное время на стадии внедрения.

**Ключевые слова:** воздушные линии электропередачи, гололедные и ветровые нагрузки, автоматизированная система мониторинга, устройство измерения, имитатор провода, направление ветра.

## MODERNIZATION OF A WEATHER POST DEVICE TO MEASURE ICE LOADING

Ya.V. Nazim, A.A. Leshchenko

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,*

*Derzavin str. 2, 86123, Makeyevka, Ukraine.*

*E-mail: ksv@dgasa.dn.ua*

*Received 20 June 2008; accepted 30 June 2008*

**Abstract.** In 2004 the Ukrainian scientists developed a system of monitoring ice and wind loads on overhead power lines the basic element of which was an automated ice and wind weather post. Weather post operation in field conditions at the substations of the National Electric Company "Ukrenergo" revealed a number of problems of their work. There are considered and briefly characterized some foreign automated systems of monitoring. There are analyzed the reasons of an imperfect operation of the domestic system of monitoring, and there are described the ways of improving the most complex and critical element of an ice and wind weather post – a device to measure ice loading. There is also described the structure and principles of operation of the improved ice and wind weather post which is now being introduced into operation.

**Keywords:** overhead power lines, ice and wind loads, an automated system of monitoring, a measuring device, a wire simulator, wind direction.

### Введение

Согласно исследований, проведенных в Украине и за рубежом, более 50% аварий на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) происходит в результате гололедно-ветровых воздействий. Это обусловлено тем, что именно наличие гололеда на проводах и конструкциях опор в сочетании с сильным ветром приводит к резкому увеличению статических и динамических нагрузок на ВЛ. В то же время на ВЛ высокого напряжения имеется мощное средство борьбы с обледенением – плавка гололеда токами короткого замыкания. При этом отсутствие информации о начале гололедообразования, погонной гололедной нагрузке на провод, скорости и направлении ветра приводит к низкой оперативности принятия решений о проведении антигололедных мероприятий, что приводит к авариям на ВЛ.

Сложность реализации измерений и существенные разбросы гидрометеорологических параметров, в первую очередь гололедно-изморозевых отложений (ГИО) [3, 4, 5], в зависимости от топографических условий местности, района и высоты расположения объекта над уровнем земли обусловили необходимость создания сети автоматизированных метеопостов энергетических компаний для мониторинга климатических параметров.

### Анализ применяемых систем мониторинга гололедных нагрузок

Мониторинг специальных сооружений получает все более широкое распространение для оценки их состояния в процессе эксплуатации. В последнее время в таких странах как Россия, Чехия, Швеция, Финляндия, Япония и др., ведется разработка и внедрение автоматизированных информационных систем контроля гололедно-ветровых нагрузок на воздушные линии электропередачи [8, 9], при этом основные трудности возникают с измерением параметров гололедной нагрузки. Рассмотрим наиболее интересные решения гололедо-измерительных устройств, примененные в указанных системах.

В настоящее время на действующих линиях электропередачи Магистральных электрических сетей (МЭС) «Центр» Волго-Донского ПМЭС в г. Волгограде находится на испытании датчик гололедно-ветровой нагрузки (рис. 1).

Установка датчика гололедно-ветровых нагрузок на ВЛ производится взамен скобы подвески гирлянды изоляторов (рис. 2). Измерения нагрузки происходят независимо в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) и исключают влияние их друг на друга. В горизонтальной плоскости, перпендикулярной воздушной линии, производится измерение

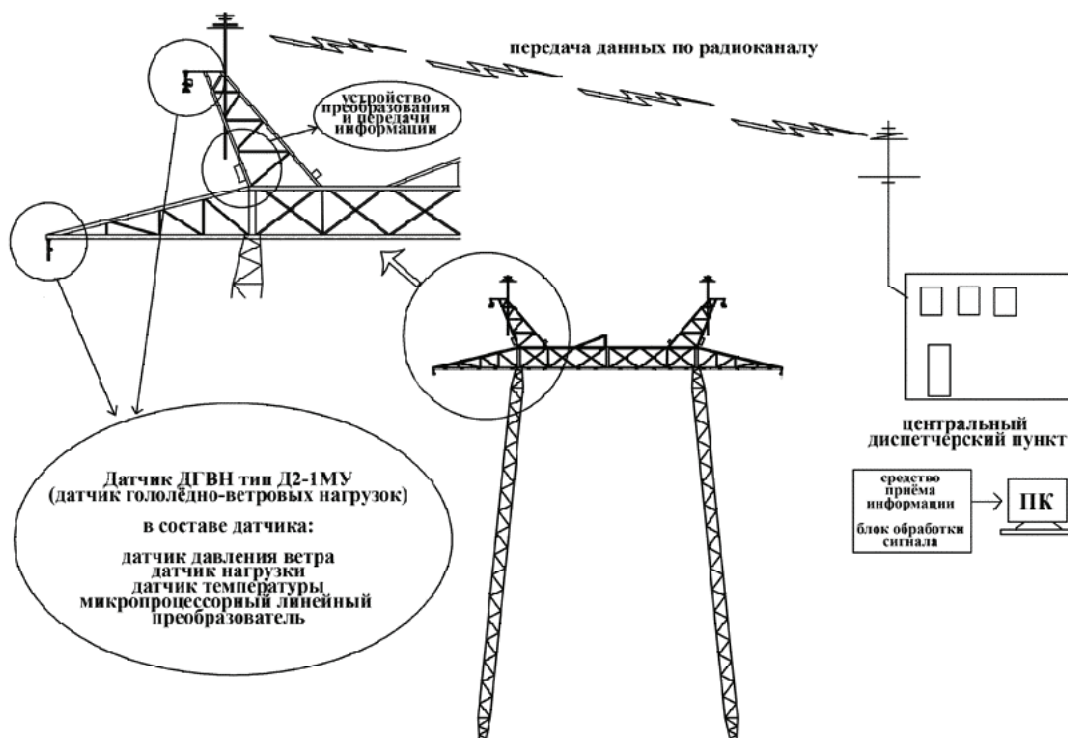


Рис. 1. Система предупреждения о гололедообразовании на воздушных линиях электропередачи (Россия).

а)



б)

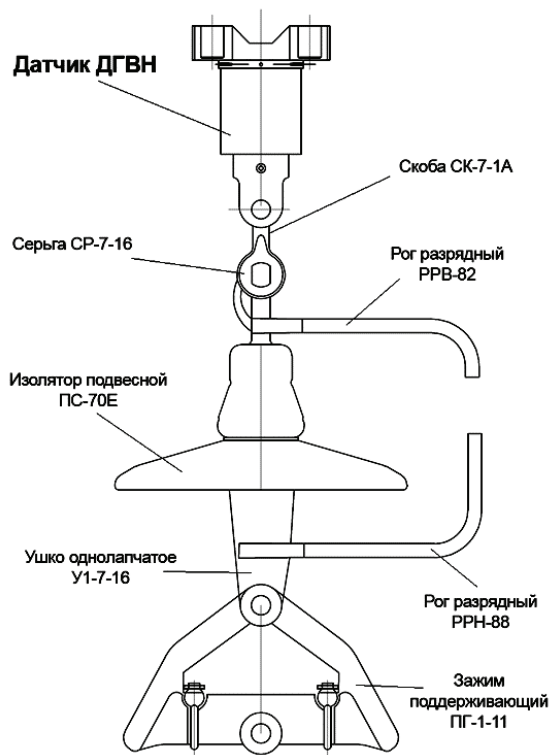


Рис. 2. Датчик гололедно-ветровой нагрузки (ДГВН) системы предупреждения о гололедообразовании на воздушных линиях электропередачи:  
а – общий вид; б – схема установки.

а)



б)

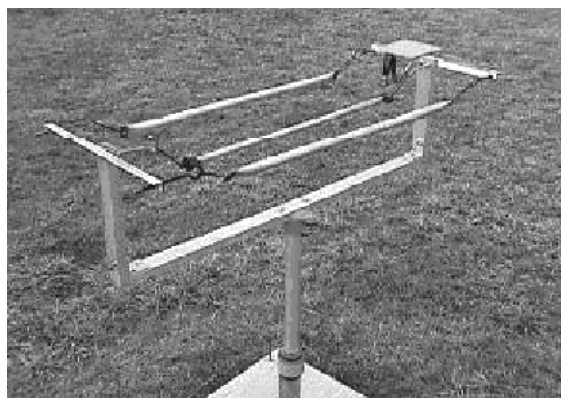


**Рис. 3.** Системы автоматизированного мониторинга гололедных и ветровых нагрузок: а – “МЕТЕО device” (Чехия); б – “Ice Monitor” (Швеция).

нагрузки от давления ветра на провод, в вертикальной плоскости, параллельной линии, производится измерение нагрузки от гололеда.

Нагрузка от массы провода компенсируется в момент установки датчика, а нагрузка от тяжения провода при изменении температуры (в горизонтальной плоскости параллельной воздушной линии) датчиком не воспринимается. Принцип работы датчика основан на преобразовании усилий от нагрузки в аналоговый сигнал на выходе и дальнейшей цифровой обработке в микропроцессорном термине. Для передачи данных на центральный диспетчерский пункт может использоваться радиоканал, сотовая связь, низкочастотный канал по фазному проводу сети с изолированной нейтралью или изолированному грозозащитному тросу.

Преимуществом данной системы является непосредственное измерение ветровой нагрузки на провод, покрытый гололедом, либо свободный от него, и гололедной нагрузки в любом пролете линии. Недостатки – сложность установки на существующих линиях и сложность технического обслуживания системы и проверки поступающих данных.



**Рис. 4.** Измеритель массы гололедных отложений, изготовленный на основании рекомендаций МЭК.

В Чехии с 1999 г. и Швеции с 2003 г. эксплуатируются автоматизированные системы мониторинга гололедных нагрузок, основанные на применении измерителя массы ГИО с вертикальным стержнем.

Преимущества систем такого типа измерения являются: автоматизация передачи данных измерений; всенаправленность измерителя.

Недостатки – вертикальное расположение измерителя не соответствует ориентации провода

ВЛ в пространстве, вследствие чего отсутствует возможность измерения веса наиболее опасного вида гололедного отложения, образующегося на проводах в результате их закручивания.

Вертикальное расположение измерителя не учитывает также случаи, когда в безветренную погоду снег налипает на провода строго вертикально и образывает гололедно-снеговую стенку шириной, приблизительно равной диаметру провода, и высотой 20...30 см. Хотя такая нагрузка не является экстремальной, резкий сброс такого гололедно-изморозевого отложения может привести к аварийному отключению линии вследствие схлестывания проводов и тросов, а также к значительным динамическим нагрузкам на конструкции опор и линейную арматуру.

Определение массы гололедных отложений, согласно рекомендациям МЭК [7] для ВЛ, производится при помощи прямого метода – путем измерения массы гололеда на имитаторах провода – алюминиевых трубах диаметром 32 мм, длиной 1 м.

Примером реализации этого метода может быть измеритель массы гололедных отложений, описанный в [2,14]. Он включает в себя активную систему ориентации, устанавливающую оси труб под углом  $\alpha=90^\circ$ . Масса гололеда определяется при помощи прямого взвешивания. Данный измеритель, конечно, не обладает свойствами «абсолютного» измерителя, поскольку значение массы гололеда существенно зависит от локальных микрометеорологических условий местности, а само измерение производится вручную оператором метеопоста. Это, естественно, определяет временную задержку при передаче данных. Тем не менее, альтернативы данному решению по точности создания подобия гололедных нагрузок на ВЛ в настоящее время нет.

На этом же принципе основано и устройство измерения гололедной нагрузки на вращающихся образцах проводов в Венгрии (рис. 5).

Отличием является отсутствие активной системы ориентации образцов к ветровому потоку, взамен которой предложено решение с образцами ориентированными в двух плоскостях под углом  $90^\circ$ . Для повышения точности измерения применено по 4 образца в каждой плоскости измерения.

### **Создание сети автоматизированных гололедно-ветровых метеопостов в Украине**

В Украине к проблеме прогнозирования гололедно-ветровых событий на ВЛ подошли комплексно. Параллельно с созданием конструкции гололедно-ветрового метеопоста для энергосистем решалась задача создания их сети и автоматизации передачи данных.

На основании статистической обработки рядов годовых максимумов строчных данных украинских метеорологических станций были получены коэффициенты корреляции для сочетаний рядов соседних метеостанций, анализ которых позволил оценить репрезентативность метеостанций и, следовательно, оптимально разместить метеопосты энергетических компаний (рис. 6).

При разработке автоматизированных гололедно-ветровых метеопостов (АГВМП) [6, 10, 12, 13] были созданы устройства измерения метеопараметров с характеристиками, соответствующими условиям эксплуатации проводов ВЛ.

Для измерителя массы ГИО был применен активный метод ориентации имитатора провода, реализующий поворот последнего на угол от  $0$  до  $360^\circ$  на основании значения направления ветра. Данный метод устраняет трудности в передаче измерительной информации с первичных преобразователей веса ГИО через скользящие контакты, передаточная характеристика которых может изменяться во времени как за счет физического износа, так и под воздействием атмосферных факторов. На этом основании разработана конструкция привода поворота, также схемы электрические принципиальные модуля контроля и управления углом поворота.

В результате произведенного поиска первичных преобразователей веса, пригодных для применения в условиях открытой атмосферы, характеризующихся широкими диапазонами изменения температуры и влажности воздуха, наиболее приемлемыми определены тензорезистивные датчики CAS Corporation, тип ВСА-6L (параллелограммные преобразователи, изготавливаемые из алюминиевого сплава).

После испытаний экспериментальной модели АГВМП в 2004 году на территории



Рис. 5. Устройство измерения гололедной нагрузки на вращающихся образцах проводов (Венгрия).

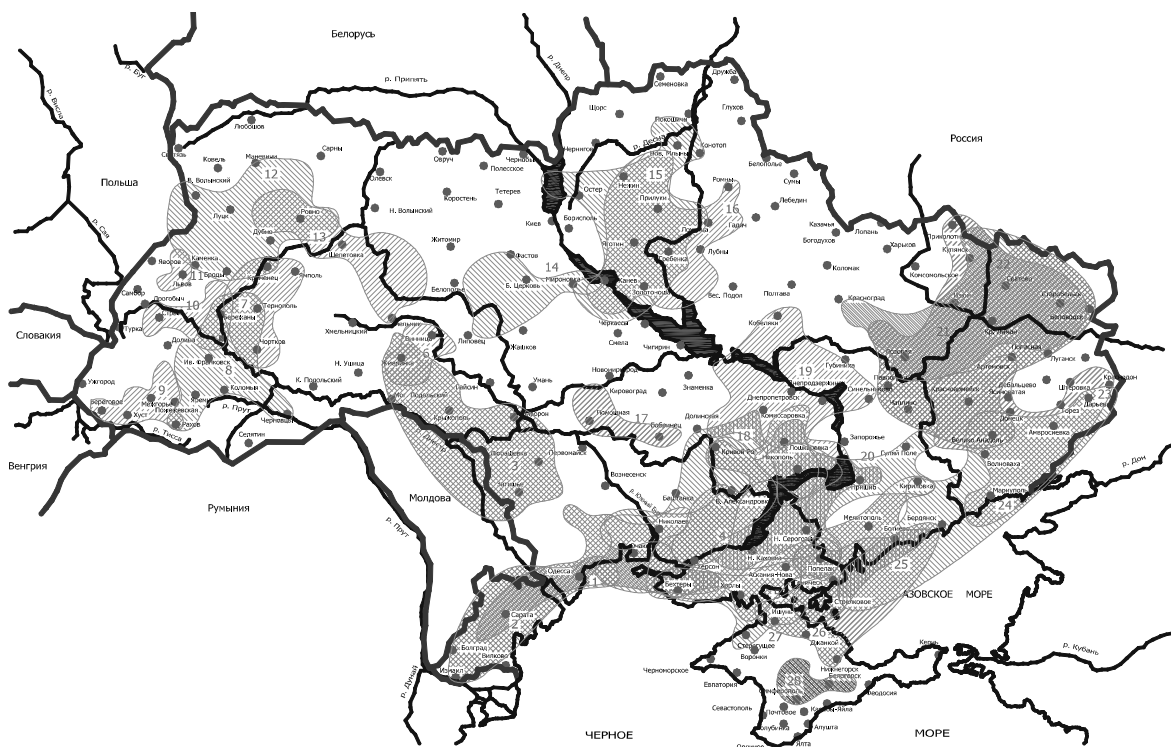


Рис. 6. Размещение сети метеопостов автоматизированной системы мониторинга метеопараметров.

Полигона испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений ДонНАСА, были установлены первые 4 метеопоста в системах Национальной энергетической компании «Укрэнерго» в Одесской, Тернопольской и Хмельницкой областях.

Эксплуатация АГВМП в 2004-2007 гг. на подстанциях НЭК «Укрэнерго» выявила их следующие недостатки: низкая надежность системы мониторинга и несоответствие данных, получаемых с АГВМП, реальным метеорологическим условиям. Так, например, во время

обледенения проводов на ВЛ в зоне размещения ПС «Тернополь-330» гололед на датчиках метеопоста, расположенного на подстанции, не образовывался.

Основной причиной низкой надежности системы явилась сложность конструкции устройства измерения гололедной нагрузки метеопоста (рис. 7), обусловленная наличием движущихся частей за счет использования в нем вышеописанной активной системы ориентации имитатора провода перпендикулярно ветровому потоку.

В процессе модернизации структуры метеопоста в 2007-2008 гг. [11, 13], устройство измерения веса гололедно-изморозевых отложений было полностью заменено. Вес гололеда теперь определяется с помощью измерительной линейки фирмы SCAIME в составе прецизионного тензодинамометра рычажного



Рис. 7. Устройство измерения гололедной нагрузки АГВМП модели 2004 года.

типа и измерительного программируемого преобразователя IPB-50, позволяющих производить взвешивание в диапазоне 0...5 кг с точностью 0,02%.

Устройство измерения веса гололедно-изморозевых отложений представляет собой информационный канал, в состав которого входят два азимутально-рассогласованных датчика SCAIME AQ 5 кг, измеряющих вес гололедно-изморозевых отложений путем прямого взвешивания эталонных образцов (рис. 8), и измерительный модуль с выходом на интерфейс RS232.

Для построения автоматических систем контроля измеряемых параметров, а также управления режимом оттаивания приемника гололеда применен восьмиканальный микропроцессорный измеритель-регулятор фирмы OWEN модели ТРМ-138. Каждый канал может быть запрограммирован на свой индивидуальный режим (тип датчика, диапазон измерения, периодичность контроля и управления, пределы регулирования и т.д.). Программирование может быть выполнено как автономно, так и удаленно с помощью программы-конфигуратора.

Как показал опыт эксплуатации отечественных и зарубежных гололедно-ветровых метеопостов, наиболее сложным и ответственным элементом является устройство измерения гололедной нагрузки. Для определения дальнейших путей совершенствования конструкций был произведен анализ причин, определяющих недостатки систем мониторинга, а также анализ процесса образования гололеда на проводах ВЛ.

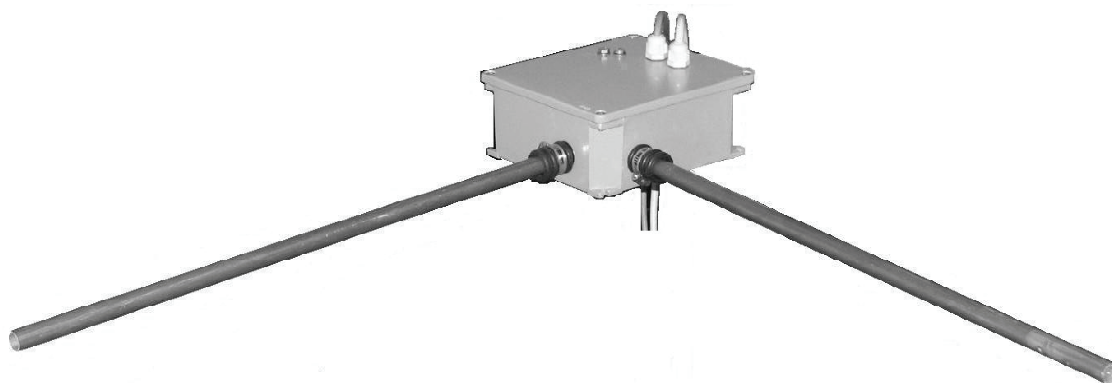


Рис. 8. Устройство измерения веса ГИО модели 2008 года.

**Анализ процесса образования гололеда на проводах ВЛ**

Образование гололеда на проводе может протекать в метеоусловиях с различными параметрами [1, 2, 4]. В процессе налипания мокрого снега по мере увеличения эксцентриситета отложения и роста толщины его стенки происходит проскальзывание снежного осадка вдоль наружного повива в нижнюю часть провода (рис. 9). На боковой поверхности провода со стороны несущего снег воздушного потока продолжается процесс налипания.

В случае низкого влагосодержания снега, определяющего способность снега скользить вдоль повива провода, и отрицательной температуры происходит прочное сцепление отложения с проводом (рис. 10).

По мере продолжения процесса налипания снега образуется одностороннее отложение. Под действием эксцентриситета провод начинает закручиваться, обращая к несущему потоку необледеневшую сторону. Как правило, в итоге образуется ГИО с формой, близкой к цилиндрической, либо с разной степенью эксцентриситетности.

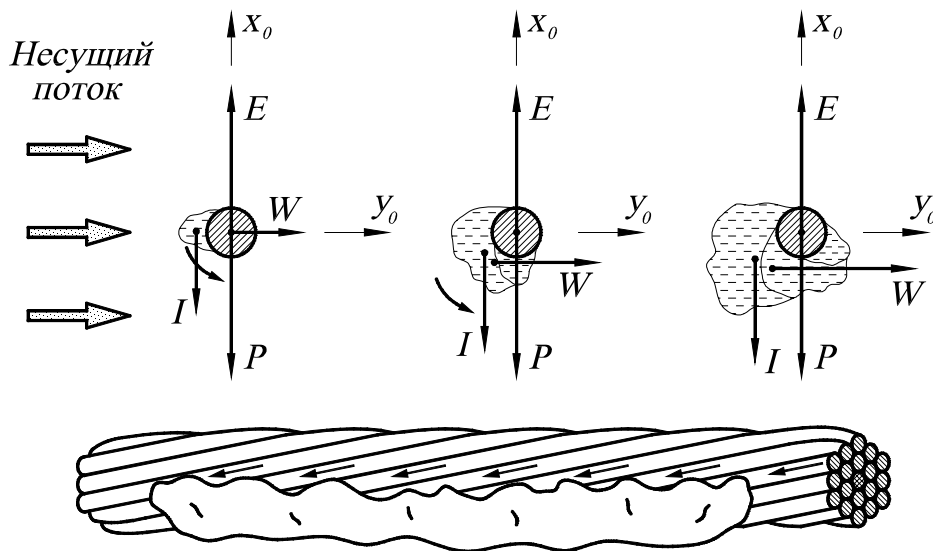


Рис. 9. Процесс образования гололедного отложения вследствие налипания мокрого снега.

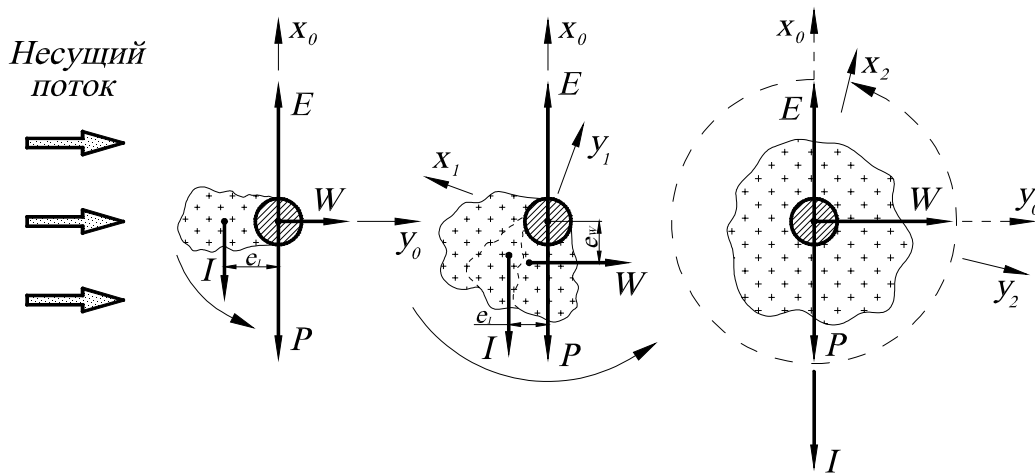


Рис. 10. Процесс образования гололедного отложения, имеющего прочное сцепление с проводом ВЛ.



**Пути модернизации устройства измерения ГИО**

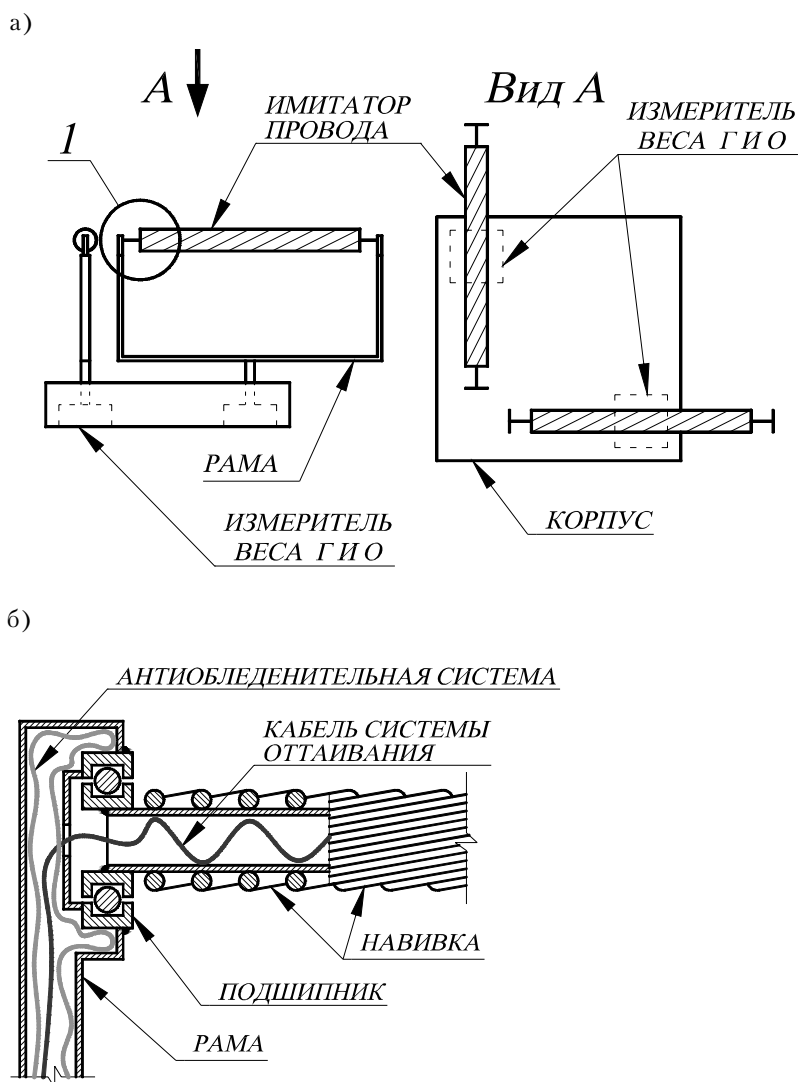
Причиной несоответствия данных, поступающих от системы мониторинга, является принципиальное несоответствие имитатора провода измерителя массы гололедно-изморозевых отложений, конструкции реального провода его механическим характеристикам (крутильной жесткости).

Имитатор провода на АГВМП не имеет возможности закручиваться, что имеет место в условиях реальной ВЛ, и, следовательно, на нем могут образовываться только односторонние отложения, которые осыпаются под дей-

ствием собственного веса, не достигая реальных размеров отложений на проводах. Кроме того, гладкая поверхность имитатора сама по себе сильно затрудняет образование гололеда.

Также на основе сравнительного анализа возможностей измерителей гололедно-изморозевых отложений установлено, что наиболее приемлемым с точки зрения создания подобия отложений на ВЛ является измеритель с горизонтально расположенным имитатором провода, который соответствует рекомендациям МЭК [7] (см. рис. 4, 5).

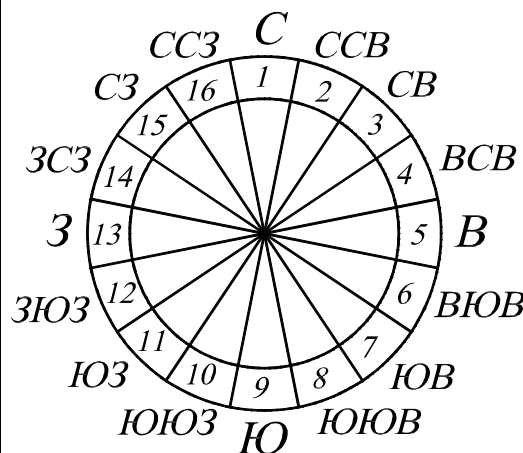
В связи с этим предлагается следующий вариант решения данной проблемы (рис 11):



**Рис. 11.** Устройство измерения гололедной нагрузки: а – схема компоновки; б – узел устройства имитатора провода.

Таблица 1.

№ румба	Направление ветра	Значение угла, град	Коэффициент направления
1	С	$348,75 \leq \beta \leq 11,25$	1
2	ССВ	$11,25 \leq \beta \leq 33,75$	1,33
3	СВ	$33,75 \leq \beta \leq 56,25$	1,82
4	СВВ	$56,25 \leq \beta \leq 78,75$	1,33
5	В	$78,75 \leq \beta \leq 101,25$	1
6	ЮВВ	$101,25 \leq \beta \leq 123,75$	1,33
7	ЮВ	$123,75 \leq \beta \leq 146,25$	1,82
8	ЮЮВ	$146,25 \leq \beta \leq 168,75$	1,33
9	Ю	$168,75 \leq \beta \leq 191,25$	1
10	ЮЮЗ	$191,25 \leq \beta \leq 213,75$	1,33
11	ЮЗ	$213,75 \leq \beta \leq 236,25$	1,82
12	ЮЗЗ	$236,25 \leq \beta \leq 258,75$	1,33
13	З	$258,75 \leq \beta \leq 281,25$	1
14	СЗЗ	$281,25 \leq \beta \leq 303,75$	1,33
15	СЗ	$303,75 \leq \beta \leq 326,25$	1,82
16	ССЗ	$326,25 \leq \beta \leq 348,75$	1,33



размещение неподвижных (относительно направления ветра) имитаторов провода, ориентированных по стандартной методике Гидрометецентра в меридиональном (север - юг) и широтном (запад - восток) направлении. При этом конструкция рамы позволяет закручиваться имитатору провода вокруг своей оси.

Масса ГИО на имитаторе провода зависит от направления ветра в процессе гололедообразования. При направлении ветрового потока перпендикулярно к имитатору провода – масса ГИО будет максимальной. Данный фактор учитывается путем умножения массы ГИО на коэффициент направления (см. табл. 1). Направление ветра учитывается только в начале гололедообразования.

При построении автоматического ГВМП целесообразно дополнить описанный выше измеритель веса гололедно-изморозевых отложений сигнализатором обледенения. Основ-

ное предназначение сигнализаторов – выработка сигнала тревоги при начале гололедообразования. Наиболее распространенными являются акустические и оптические сигнализаторы. Принцип действия акустических индикаторов основан на определении изменения частоты колебаний стержня при образовании на них пленки гололеда. В качестве примеров указанных индикаторов можно привести отечественный сигнализатор обледенения СО-1, сигнализатор EW-140 компании Wibrometer (Швейцария), а также сигнализатор ASOS 872C3 компании Rosemount (США) [14].

#### Выводы:

1. Применение устройств измерения гололедной нагрузки, не имеющих движущихся частей, ориентирующих измеритель относительно направления ветрового потока, позволяет

- существенно упростить конструкцию АГВМП и повысить его надежность.
2. Применение имитатора провода вышеописанной конструкции позволит возникать на нем разнообразным видам ГИО, а также измерять значения гололедной нагрузки в самых разнообразных метеорологических условиях.
  3. Применение сигнализатора обледенения исключит временное запаздывание выдачи сигнала тревоги, обусловленное низкой пороговой чувствительностью данного типа измерителя, а также позволит исключить ложные срабатывания системы.

### Литература

1. Аэродинамика электросетевых конструкций / Е.В.Горохов, М.И.Казакевич, С.М.Шаповалов, Я.В.Назим; Под ред. Е.В.Горохова, М.И.Казакевича. – ДонГАСА, Донецк, 2000. – 336 с.
2. Ветровые и гололедные воздействия на воздушные линии электропередачи / Е.В.Горохов, М.И.Казакевич, С.В.Турбин, Я.В.Назим; Под ред. Е.В.Горохова. – ДонНАСА, Донецк, 2005. – 348 с.
3. Заварина М.В. Строительная климатология. – М.: Гидрометеоздат, 1976. – 312 с.
4. Бучинский В.Е. Атлас обледенения проводов. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 116 с.
5. Справочник по климату СССР. Гололедно-зимозимовые явления и обледенение проводов. Вып.10. – К.: Гидрометеоздат, 1973. – 570 с.
6. Горохов.Е.В., Гримуд.Г.И., Жабский Ю.В., Васылев В.Н., Некрасов Ю.П. Приборное обеспечение гололедно-ветровых постов // Металеві конструкції. – Макеевка, 2001. – Том 4, №1. – С. 25-30.
7. Overhead lines – Meteorological data for assessing climatic loads // IEC 61774. – Tr. 2. Ed. 1. – 2000. – 76 p.
8. COST-727, Atmospheric Icing on Structures: 2006, Measurements and data collection on icing: State of the Art Publication of MeteoSwiss, 75, 110 pp.
9. P. Lehky, J. Sabata, Z. Zalesak, “Automated icing monitoring system”, International Work-shop on Atmospheric Icing of Structures, Brno, Czech Republic, June 17-20, 2002.
10. Horokhov Ye., Grimud G., Nekrasov Yu., Turbin S., Yugov A. Automated Wind-Icing Monitoring System // Proceedings of the 3rd International Conference «Problems of the technical meteorology» Lviv, Ukraine, 22-26 May 2006. – P. 40-44.
11. Лещенко А.А., Назим Я.В. Модернізація устро́йств вимірювання гололедної на́грузки для метеопостов // Матеріали науково-практичної конференції «Науково-технічне творче́ство молодіжі – путь к обществу, основанному на знаниях», 25-28.06.2008. – Москва: МГСУ, 2008. – С. 48-49.
12. Gorokhov Ye., Nazim Ya., Vasylev V., Kuznetsov S., Garkusheva V. Monitoring of Complex Design Systems of Special Structures // The 25th International Symposium on Automation and Robotics in Construction. ISARC-2008. Selected papers (June 26-29, 2008, Vilnius, Lithuania). Vilnius: Technika, 2008, P. 306-311.
13. Горохов Е.В., Назим Я.В., Васылев В.Н., Лещенко А.А. Прогнозирование и предупреждение аварий на воздушных линиях электропередачи при действии экстремальных гололедно-ветровых нагрузок // Эффективность энергетического строительства и эксплуатации в Украине / Под ред. Е.В. Горохова и Г.И. Гримуда. – Макеевка: РИО ДонНАСА, 2008 – С. 54-65.
14. Ramsay A.C. Ryerson C.C. Ice accretion measurements from the automated surface observing system (ASOS) // The Eighth International Workshop on Atmospheric Icing of Structures. – Reykjavik (Iceland). – 1998. – P. 127-130.

**Назім Ярослав Вікторович** є доцентом кафедри "Металеві конструкції" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член Української асоціації з металевих конструкцій. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та довговічність електромережних конструкцій, динамічні впливи на будівельні конструкції електромереж.

**Лещенко Олександр Олександрович** – аспірант кафедри "Металеві конструкції" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: особливості вітрових та ожеледних впливів на повітряні лінії електропередавання.

**Назим Ярослав Викторович** – доцент кафедры "Металлические конструкции" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член Украинской ассоциации по металлическим конструкциям. Научные интересы: эксплуатационная надежность и долговечность электросетевых конструкций, динамические нагрузки на строительные конструкции электросетей.

**Лещенко Александр Александрович** – аспирант кафедры "Металлические конструкции" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: особенности ветровых и гололедных воздействий на воздушные линии электропередачи.

**Nazim Yaroslav Victorovich** is an Associate professor of the Department of Metal Structures at the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture; a member of the Ukrainian Association on Metal Structures. His research interests: operational reliability and longevity of power supply structures, dynamic loads on building structures of overhead lines.

**Leschenko Alexander Alexandrovich** is a postgraduate of the Department of Metal Structures at the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. His research interests: peculiarities of wind and ice loads and attacks on overhead power transmission lines.