

УДК 624.17+551.51

DOI: 10.32743/UniTech.2026.149.8.23281

Характеристики ветров в Нахчыванской котловине и их влияние на башенные конструкции

Казымов Махбуб Гашим оглы

д-р филос. по техн. наукам, доц., руководитель
лаборатории, Институт природных ресурсов Нахчыванского филиала НАНА
Азербайджанская Республика, Нахичеванская Автономная Республика, г. Нахичевань

Гусейнов Горхмаз Мансур оглы

д-р филос. по химии, доц., Институт природных ресурсов Нахчыванского филиала НАНА
Азербайджанская Республика, Нахичеванская Автономная Республика, г. Нахичевань

Велибекои Илкин Мехман оглы

инженер
Институт природных ресурсов Нахчыванского филиала НАНА
Азербайджанская Республика, Нахичеванская Автономная Республика, г. Нахичевань
E-mail: mahbubkazimov@yahoo.com

Wind characteristics in the Nakhichevan Basin and their impact on tower structures

Kazimov Mahbub Hashim oglu

doctor of Philosophy in Engineering, Assoc. Prof, Head of Laboratory
Institute of Natural Resources
Nakhchivan Branch of ANAS
Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic, Nakhchivan

Huseynov Gorkhmaz Mansur oglu

Doctor of Philosophy in Chemistry, Assoc. Prof
Institute of Natural Resources
Nakhchivan Branch of ANAS
Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic, Nakhchivan

Velibekoyi Ilkin Mehman oglu

Engineer
Institute of Natural Resources
Nakhchivan Branch of ANAS
Azerbaijan, Nakhchivan Autonomous Republic, Nakhchivan

Библиографическое описание: Казымов М.Г. оглы, Гусейнов Г.М. оглы, Велибекои И.М. оглы Характеристики ветров в Нахчыванской котловине и их влияние на башенные конструкции // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23281>

Аннотация

В статье показаны результаты научных исследований горно-долинных ветров и порывов ветра в Нахчыванской котловине. Рассмотрены особенности горно-долинных ветров, в зависимости от сложных географических условий региона. Определено что наличие невысоких гор внутри котловины способствуют изменению направления и скорости ветров.

Анализировано динамика скорости горно-долинных ветров при зигзагообразном обтекании через горных ущелий и узких проходов и влияние этих потер на характеристику ветрового потока.

Установлено что особое влияние на скорость ветра в Нахчыванской котловине оказывают характер рельефа и формы склонов. За определенное времени через различные сечения ушеле проходит одинаковый объем воздушного потока. При сужении ширину ущелья увеличивается скорость и кинетическая энергия воздушного потока.

Рассмотрены особенности порывов ветров, в зависимости от географических условий региона. Рассмотрены результаты научных исследований процесса формирования, развитие порывов ветра и подтверждено серьезные опасность порывов ветра.

Анализованы нагрузки горно-долинных ветров и порывов ветра на высотные конструкций и сооружения и их устойчивость, прочность к этим нагрузкам. Показаны причины изменения скорости ветра, температуры воздуха, давления и плотности.

Исследованы действие давлений на поверхность конструкций, в зависимости от формы конструкции, при меняющейся температуре наружного воздуха. Установлено что при воздействии порывов ветра на конструкцию возникает избыточное давление на опоры конструкции.

Установлено что порывы ветра обладают большой разрушающей силой и возникают на короткое время, снося конструкции, ломая деревья, уничтожая строение и т.д.

Abstract

The article presents the results of scientific studies of mountain-valley winds and wind gusts in the Nakhchivan Basin. The characteristics of mountain-valley winds depending on the complex geographical conditions of the region are examined. It is established that the presence of low mountains within the basin contributes to changes in wind direction and velocity.

The dynamics of mountain-valley wind velocity during the zigzag flow of air through mountain gorges and narrow passages, as well as the influence of these losses on the characteristics of the wind flow, are analyzed. It is established that the relief characteristics and slope configurations have a significant influence on wind velocity in the Nakhchivan Basin. Over a certain period of time, the same volume of air passes through different cross-sections of a gorge. As the width of the gorge decreases, the velocity and kinetic energy of the airflow increase.

The characteristics of wind gusts depending on the geographical conditions of the region are examined. The results of scientific studies on the formation and development of wind gusts are presented, and the significant hazards posed by wind gusts are confirmed.

The loads caused by mountain-valley winds and wind gusts on high-rise structures and buildings, as well as their stability and strength under such loads, are analyzed. The causes of changes in wind velocity, air temperature, pressure, and density are identified.

The effects of pressure on the surfaces of structures, depending on their shape and variations in outdoor air temperature, are investigated. It is established that when a structure is subjected to wind gusts, excessive pressure occurs on its supporting elements.

It is established that wind gusts possess considerable destructive force and occur over short periods of time, potentially causing structures to collapse, trees to break, buildings to be damaged or destroyed, and other significant damage.

Ключевые слова: горно-долинные ветры порывы ветра, зигзагообразное движение ветра, ураганная сила, рельеф местности, ветровые нагрузки башня конструкция.

Keywords: mountain-valley winds, wind gusts, zigzag airflow patterns, hurricane-force winds, terrain topography, wind loads on tower structures.

Введение

Нахчыванская котловина Азербайджанской Республики занимает южную часть Кавказского перешейка и расположена между 38°51' - 39°52' с. ш. и 44°37' - 46°13' восточной долготы, на юго-западном склоне Малого Кавказа [10,13].

На степень состояния атмосферного воздуха в Нахчыванской котловине влияют облачность, туманы, застой ветра (штиль) и радиационный режим. В Нахчыванской котловине наблюдаются сухие и горячие ветры- «суховеи», по Азербайджански «гарайел». Относительная влажность при суховеях падает до 15÷20 %. Температура воздуха достигает + 45 – 49°С и выше [1].

Окруженный горами Малого Кавказа Нахчыванская котловина является горной страной со сложной структурой. Даралаязско- Зангезурские горные хребты, являются в основном потухшими вулканами.

В Ордубадском районе, на высокогорной зоне Зангезурского хребта горы Капыджыг (3817 м. н. у. м.) расположен нагорно-тундровый климат.

Изменения массовой и весовой плотности воздуха Нахчыванской котловины в зависимости от его температуры и давления до высоты 4 км показаны в таблице 1.:

Таблица 1.

Изменение давления и плотности воздуха в Нахчыванской котловине

№	Название районов	Высота Н (н.у.м.)	Давление мм. рт. ст.	Плотность кгс с ² /м ⁴
1	город Нахчыван	850	700,0	1,16
2	Шарурский район	800	710,0	1,18
3	Бабекский район	850-1000	700,0 -675,0	1,16 -1,13
4	Джульфинский район	1000-2000	675,0 -600,0	1,13 -1,03
5	Шахбузский район	1500-3000	635,0 -530,0	1,08 -0,93
6	Ордубадский район	1500-3000	635,0 -530,0	1,08 - 0,93

Ветры на территории Нахчыванской котловины являются составной частью общей циркуляции атмосферы и определяют климат и погоду на территории Нахчыванской котловины. Рельеф местности способствует усилению ветров в глубоких впадинах и обрывах.

Горы оказывают тормозящее действие на вращательное движение атмосферы. Наличие невысоких гор внутри котловины (Велидаг, Ардыч, Кюкюдаг, Гёйдаг, Иланлыдаг, Дарыдаг, Ордубаддаг и т. д.) способствуют изменению направления и скорости ветра, что происходит в результате обтекания этих гор воздушными потоками [2,6].

Горные рельефы с многочисленными препятствиями создают значительные трение и сильно замедляют скорость ветра. Препятствия на пути ветрового потока способствуют возникновению турбулентной циркуляции воздуха местности [9,14].

Например: в связи с географическими особенностями горы Иланлыдаг (2414м.н.у.м.) достигший горы Иланлыдага воздушный поток в своем движении теряет свою скорость и происходит турбулентность воздушного потока (рис.1):

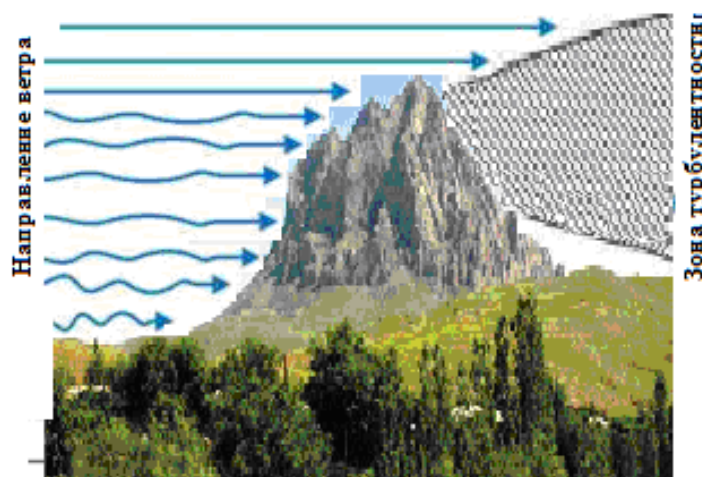


Рисунок 1. Возникновение турбулентной силы в горе Иланлыдаг

Под влиянием неровностей рельефа преимущественно за крупными горными препятствиями, которые воздушный поток обходить с двух сторон, формируются зоны конвекции. В результате значительного градиента скорости движение воздуха становится турбулентным и остается таким на определенном расстоянии.

Экспериментальный процесс

В зависимости от местных условий в Нахчыванской котловине формируются горно-долинные ветры. Горно-долинные ветры, развиты преимущественно по долинам и ущельям гор, которые хорошо освещаются солнцем. Днем дуют зигзагообразными ущельями вверх к вершинам гор, ночью наоборот, сверху вниз.

Двигаясь зигзагообразно по ущельям горно-долинные ветры, устанавливают взаимосвязь между плотностью, скоростью и площадью поперечного сечения ущелья и струи воздушного потока [5].

Скорость этих ветров зависит от ширины, глубины и формы ущелий (рис.2.):

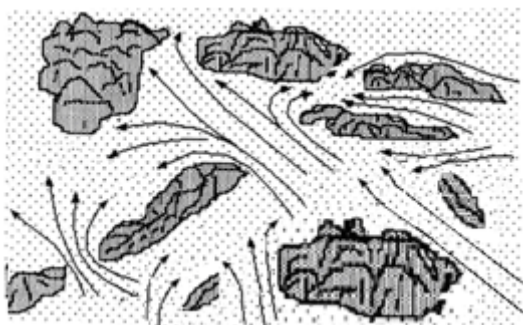


Рисунок 2. Зигзагообразное движение горно-долинных ветров в ущельях

Особое влияние на скорость ветра в Нахчыванской котловине оказывают изрезанность и характер рельефа, формы склонов [4].

Увеличение скорости ветра через различные сечения ущелья в определенную единицу времени проходит одинаковый объем воздуха, но с разными скоростями. При сужении ширину ущелья увеличивается скорость воздушного потока и увеличивается кинетическая энергия воздушного потока.

Увеличение скорости ветра происходит в местах сближения линий течения ветра в узких долинах (г. Джульфа), на вершинах возвышенностей Батабата Шахбузского района и Агдере Ордубадского района [8].

На рис.3. показан распределение скоростей ветра в Нахчыванской котловине:

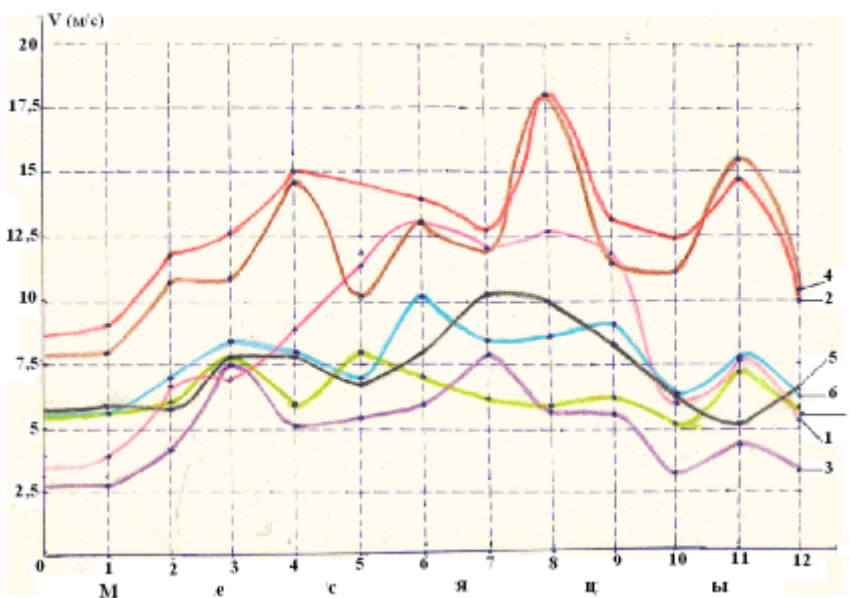


Рисунок 3. Распределение скоростей ветра

1. г. Нахчыван, 2. г. Джульфа, 3. г. Шарур, 4. г. Шахбуз, 5. село Биченег Шахбузского района, 6. г. Ордубад, 7. село Агдере Ордубадского района

Нами был проведен зонирование ветрового потенциала на территории Нахчыванской АР (рис.4.):

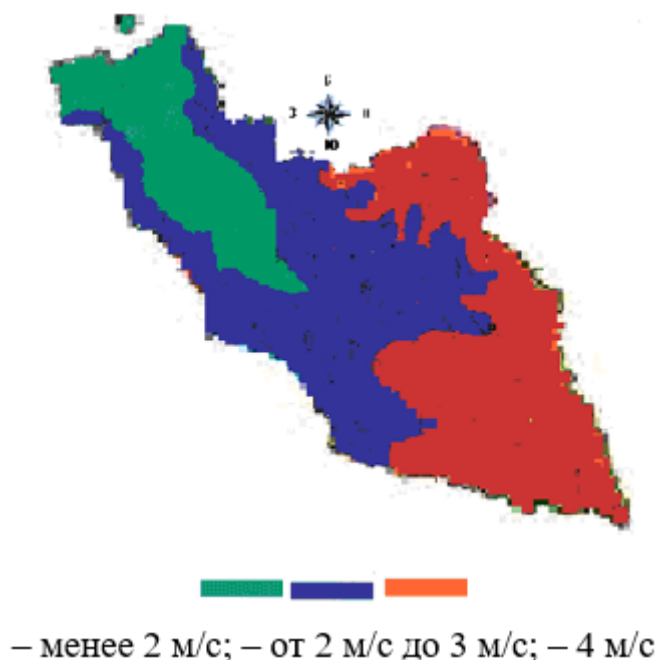


Рисунок 4. Зоны ветрового потенциала Нахчыванской котловины

В узких долинах на шероховатом участке рельефа, вследствие трения возникают сильные завихрения и скорость ветра существенно уменьшается (г. Джульфа, Батабат Шахбузского р-н; Агдере Ордубадский р-н).

При проникновении ветра в ущелье увеличение высоты ущелья с 15 метра до 30 метра приводит к уменьшению скорости ветра на 3 м/с.

Средняя мощность воздушного потока, проходящего через ширину ущелья в определенном времени находим по формуле:

$$W = \frac{\rho \cdot V^3 \cdot F}{2}$$

Где: ρ – плотность воздуха;

F – площадь поперечного сечения ущелья м^2 ;

V – скорость воздушного потока, м/с.

Во всем мире стандартом энергии ветра принято данные Датской ассоциации. Исходя из этого, нами были рассчитаны значения энергии ветра для районов Нахчыванской котловины [3] таблица 2

Таблица 2.

Значения энергии ветра в районах Нахчыванской котловины:

Средне - годовой скорость ветра	Стандарт	Бабекский район	Джульфинский район	Шахбузский район	Ордубадский район	Шарурский район
м/с	Вт/м ²	Вт/м ²	Вт/м ²	Вт/м ²	Вт/м ²	Вт/м ²
1	1	0,6	0,54	0,5	0,5	0,6
3	17	15,5	14,5	14	13	16

В Нахчыванской котловине в зависимости от географических условий происходят процессы формирования, развитие порывов ветра.

Порывами ветра являются мощные локализованные вертикальные колонны ветра, которые случаются при очень быстром охлаждении и опускании воздуха к земле. Порыв ветра образуется из-за стекающего вниз по склону более холодного и плотного воздуха, который ниже соприкасается более теплым, менее плотным воздухом [4,12].

Длительность порывов ветра (τ), при (n) количестве определяется по формуле:

$$\tau = \Delta \tau \cdot \sum D(t)$$

Где: τ – длительность порыва ветра;

i – номер один из выбранных порывов ветра;

Δt – интервал времени между двумя порывами;

D(t) – вспомогательный сигнал.

Летом (июль, август) в горах (Шахбузский, Джульфинский и Ордубадские р-ны) после 17-и часов в течении 10–15 минут наблюдаются сильные и резкие порывы ветра с ливневыми осадками и грозами.

Эти ветры в народе называют «карайел», (чёрный ветер). При скорости более 30 – 35 м/с, этот ветер сносит плохо закреплённые конструкции, крыши домов, ломают деревья.

В результате проведенных нами исследований (июль, август 2025 г.) выяснилось, что порывы ветра в Нахчыванской котловине возникают высоко в горах (горы Батабат Шахбузского р-на, горы Лекетаг Джульфинского р-на, горы Агдере Ордубадского р-на), с зоной распространения диаметром от 0,5 до 1 км.

Проведенные нами исследование показали что, при повышении температуры воздуха +35⁰С и выше (температура воздуха измерялось с 10⁰⁰ по 18⁰⁰ часов) в горах накапливаются облака и происходит порыв ветра с грозовым дождями, создающие на поверхности земли ветер разрушительной силы.

Порывы ветра сопровождаются грозовым ливнем и с вихревыми движениями. Вследствие нисходящего движения по склону извилистых горных хребтов движение порыва ветра в Нахчыванской котловине имеет извилистую форму.

Обычно эти сильные кратковременные порывы ветра с грозовыми дождями, происходили, после 17 часов в горных местах. При температуре воздуха +30⁰С и ниже порывы ветра не наблюдалось (Табл. 3,):.

Эти локальные вихревые порывы ветра (по Азербайджанский «бурулган») представляют с собой опасные явление. Облачный столб с диаметром 300 – 400 м., опускается на земную поверхность воронкообразным сужением и из земной поверхности поднимает пыли, создает вертикальные завихрения и кругами распространяется по поверхности земли со скоростью ветра 25 – 35 м/с и на пути своего движения вызывает разрушения [7]:

Таблица 3.

Частота порывов ветра в Нахчыванской котловине (июль, август 2025)

Июль	Средняя температура воздуха (°C) (с 10 ⁰⁰ по 18 ⁰⁰ час)	Примечание
1	26,4 ⁰ C	
2	27,4 ⁰ C	
3	31,1 ⁰ C	
4	32,4 ⁰ C	
5	33 ⁰ C	
6	33 ⁰ C	
7	35 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Джульфинский р-н)
8	33 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Ордубадский р-н)
9	32,5 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Шахбузский р-н)
10	29 ⁰ C	
11	35 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (г.Нахчыван, Шахбузский р-н)
12	36 ⁰ C	
13	36,5 ⁰ C	
14	35,5 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Орвгбадский р-н, Джульфинский р-н)
15	34 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Шахбузский р-н)
16	35 ⁰ C	Сухой порыв ветра в горах (Шахбузский, Джульфинский р-н)
17	35 ⁰ C	
18	36 ⁰ C	
19	36,5 ⁰ C	
20	35,5 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Орвгбадский р-н, Джульфинский р-н)
21	36,4 ⁰ C	
22	38 ⁰ C	
23	37,5 ⁰ C	
24	36,4 ⁰ C	
25	36,5 ⁰ C	
26	34,5 ⁰ C	Сухой порыв ветра в горах (Шахбузский р-н)
27	34 ⁰ C	
28	33,5 ⁰ C	Порыв ветра с сильными ливневыми дождями и с грозой, (г.Нахчыване и в горах Джульфинский р-н)
29	30,5 ⁰ C	
30	38,5 ⁰ C	
31	40 ⁰ C	
Август	Средняя температура воздуха (°C) (с 10 ⁰⁰ по 18 ⁰⁰ час)	Примечание
1	39 ⁰ C	

Июль	Средняя температура воздуха (°C) (с 10 ⁰⁰ по 18 ⁰⁰ час)	Примечание
2	37,5 ⁰ C	
3	38 ⁰ C	Порыв ветра с сильными ливневыми дождями и с грозой, (Джульфинский р-н)
4	35 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Ордубадский р-н)
5	34,5 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Шахбузский р-н)
6	30 ⁰ C	
7	31 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Джульфинский и Ордубадский р-н)
8	27 ⁰ C	
9	29 ⁰ C	
10	31 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Джульфинский и Шахбузский р-н)
11	31 ⁰ C	
12	32 ⁰ C	
13	32,5 ⁰ C	
14	33,5 ⁰ C	
15	36 ⁰ C	
16	37 ⁰ C	
17	35,5 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Джульфинский и Шахбузский р-н)
18	33,5 ⁰ C	
19	35,5 ⁰ C	
20	36,4 ⁰ C	
21	35,5 ⁰ C	
22	38 ⁰ C	
23	38 ⁰ C	
24	36,5 ⁰ C	
25	31 ⁰ C	Порыв ветра с сильными ливневыми дождями и с сильным грозой в горах
26	35 ⁰ C	
27	33 ⁰ C	
28	31 ⁰ C	
29	34 ⁰ C	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Ордубадский р-н)
30	32 ⁰ C	
31	29 ⁰ C	

Эти порывы ветра обладают большой разрушающей силой и возникают на короткое время. Такие порывы ветра сносят плохо закреплённые конструкции, ломает деревья, вызывает обрыв линий электропередач и могут полностью уничтожить строение, разрушать дома.

Результаты

Ветровое давление на конструкцию (W_0) определяется по формуле:

$$W_0 = 0,61 \nu_0^2$$

Где: ν_0 – скорость ветра, для Нахчыванской котловины $w_0 = 48$ кгс/м².

Приведённые нами исследования в Нахчыванской котловине показали что, при давлении ветра воздушный поток сталкивается со стеной высотной конструкций или сооружения и у стены сооружения происходит завихрение потока [4,11].

При исследовании ветрового воздействия на башенные сооружения учитывается и воздействие порывов ветра на башенные сооружение. Так как при воздействии порывов ветра при обтекании конструкцию, возникает избыточное давление. При определении сопротивление конструкции этому давлению в расчетах надо учитывать это избыточное давление.

В зависимости от формы конструкций, давление ветрового потока (W_v) на конструкцию определяется по формуле:

$$W_v = q_h \cdot C_e \cdot C_{ed}$$

Где: q_h – значение ветрового давления;

C_e – коэффициент, учитывающий высоту, форму конструкции и рельефа местности;

C_{ed} – коэффициент внешнего давления на конструкции.

– для низких конструкций с площадью 10м² с наветренной стороны $C_{ed} = 0,6$; с подветренной стороны $C_{ed} = 0,3$.

– для высоких конструкций с площадью 10м², с наветренной стороны $C_{ed} = 0,8$; с подветренной стороны $C_{ed} = 0,3$.

В связи с тем, что на территории Нахчыванской Автономной Республике направление ветра часто меняется, то при расчетах давления на башенные конструкции и сооружения, расчеты надо проводить с учетом направлений ветра.

Выводы

В результате проведенных нами научных исследований были рассмотрены зигзагообразные движения горно-долинных и порывов ветров в Нахчыванской котловине. Рассмотрены особенности этих ветров в зависимости от сложных географических особенностей Нахчыванской котловины.

Анализировано динамика скорости этих ветров при зигзагообразном обтекании через горных ущелий и узких проходов и влияние этих потер на характеристику ветрового потока.

Были выяснены, что окружающие горы и горы внутри котловины оказывают тормозящее действие на движение ветров и способствуют изменению направления и скорости ветра. На скорость ветра также оказывают влияние изрезанность и характер рельефа, формы склонов.

Рассмотрены особенности порывов ветра в зависимости от рельефа местности и географической особенности.

Анализируется динамика возникновения порывов ветра и их негативные последствия. Определены интенсивность возникновения порывов в зависимости от теплового баланса Нахчыванской котловины.

В результате проведенных нами исследований (июль, август 2022г) выяснилось, что порывы ветра в Нахчыванской котловине возникают высоко в горах Батабат Шахбузского р-на, Лекетаг Джульфинского р-на, Агдере Ордубадского р-на.

Они продолжаются 15 – 20 мин, с зоной распространения диаметром от 0,5 до 1 км. Поток нисходящего из грозового облака воздуха (от 25 м/с, до 35 м/с).

Исследованы воздействие порывов ветра на башенные сооружения и конструкции. В результате проведенных нами исследований выяснилось, что при воздействии порывов ветра, возникает избыточное давление на конструкцию

Список литературы

1. Андрейчик, М.Ф. Диагностика удельного экологического потенциала приземного слоя воздуха котловины / М.Ф. Андрейчик, С.А. Чупикова. – Москва, 2021. – С. 117.
2. Баденков, Ю.П. Устойчивое развитие горных территорий / Ю.П. Баденков // Известия РАН. – 1999. – № 6. – С. 7–21.
3. Васильев, Ю.С. Экология использования возобновляющихся энергоисточников / Ю.С. Васильев, Н.И. Хрисанов. – Москва, 2011. – С. 37–61.
4. Горохов, Е.В. Аэродинамика высотных конструкций / Е.В. Горохов, М.И. Казакевич, С.Н. Шаповалов, Я.В. Назим. – Донецк. – 2000. – 336 с.
5. Горшков, В.Г. Сила ветра в земной атмосфере / В.Г. Горшков, А.М. Макарьева; Российская академия наук, Петербургский институт ядерной физики. – 2008. – 21 с.
6. Егорина, А.В. Барьерный фактор в развитии природной среды гор / А.В. Егорина. – Горно-Алтайск, 2021. – С. 114–143.
7. Лешуков, Т.В. Оценка загрязнённости и самоочищающейся способности атмосферы / Т.В. Лешуков, Ю.В. Лесин. – С. 34–47. – 2020.
8. Лукутин, Б.В. Возобновляемые источники энергии / Б.В. Лукутин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 187 с.
9. Попов, А.М. О турбулентном переносе в слое шероховатости / А.М. Попов // Физика атмосферы и океана. – 2006. – Т. 12. – С. 1095–1097.
10. Рзаев, О.А. Глубинная структура и тектонические особенности Нахчыванской котловины / О.А. Рзаев. – Баку. – 2015. – 33 с.
11. Савицкий, Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения / Г.А. Савицкий. С. 34–75. – Москва: Стройиздат, 1998.
12. Сухова, М.Г. Климатические условия формирования межгорно-котловинных и горно-долинных ландшафтов Алтая / М.Г. Сухова, Е.О. Гармс. – С. 176–194. – 2012.
13. Физическая география Нахчыванской Автономной Республики. В 2 т. Т. 1. – Нахчыван, 2017. – 456 с.
14. Фрик, П.Г. Турбулентность и сдвиг ветра / П.Г. Фрик. – 2003. – 292 с.

References

1. Andreichik M.F., Chupikova S.A. Diagnostics of the Specific Environmental Potential of the Surface Air Layer of a Basin. Moscow, Russian Federation, 2021, P. 117.
2. Badenkov Yu.P. Sustainable Development of Mountain Territories. Moscow, Russian Federation, Proceedings of the Russian Academy of Sciences (Izvestiya RAS), 1999, No. 6, P. 7–21.
3. Vasilyev Yu.S., Khrisanov N.I. Ecology of the Use of Renewable Energy Sources. Moscow, Russian Federation, 2011, P. 37–61.
4. Gorokhov E.V., Kazakevich M.I., Shapovalov S.N., Nazim Ya.V. Aerodynamics of High-Rise Structures. Donetsk, 2000, P. 336.
5. Gorshkov V.G., Makaryeva A.M. The Force of Wind in the Earth's Atmosphere. Russian Academy of Sciences, Petersburg Nuclear Physics Institute, St. Petersburg, 2008, P. 21.
6. Egorina A.V. The Barrier Factor in the Development of Mountain Natural Environment. Gorno-Altaysk, 2021, P. 114–143.
7. Leshukov T.V., Lesin Yu.V. Assessment of Atmospheric Pollution and the Atmosphere's Self-Purification Capacity. 2020, P. 34–47.
8. Lukutin B.V. Renewable Energy Sources. P. 187. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2008.
9. Popov A.M. On Turbulent Transport in the Roughness Layer. Physics of the Atmosphere and Ocean, Moscow, 2006, Vol. 12, P. 1095–1097.
10. Rzayev O.A. Deep Structure and Tectonic Features of the Nakhchivan Basin. Baku, 2015, P. 33.
11. Savitsky G.A. Wind Load on Structures. P. 34–75. – Moscow: Stroyizdat, 1998.
12. Sukhova M.G., Harms E.O. Climatic Conditions for the Formation of Intermountain Basin and Mountain-Valley Landscapes of Altai. 2012, P. 176–194.
13. Physical Geography of the Nakhchivan Autonomous Republic. Vol. I. Nakhchivan, 2017.
14. Frik P.G. Turbulence and Wind Shear. 2003, P. 292.