

world. 2019. [Electronic resource] - URL: http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/tekuschaya-situatsiya-i-perspektivy-primeneniya-3d-pechati-v-stroitelstve-3dcp-v-rossii-i-mire-20190726054004

3. Luneva D.A., Kozhevnikova E.O., Kaloshina S.V. The use of 3D printing in construction and the prospects for its development // Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and architecture. - 2017. - T. 8, No. 1. - S. 90-101. DOI: 10.15593 / 2224-9826 / 2017.1.08

4. Company COBOD. 3D construction printers. [Electronic resource] - URL: <https://cobod.com/>

5. Company SPETSAVIA.AMT. Modern 3D printing technology. [Electronic resource] - URL: <http://specavia.pro>

6. Apis Cor. Technical documentation. [Electronic resource] - URL: <http://apis-cor.com>

7. CyBe Construction Company. Specification. [Electronic resource] - URL: <https://cybe.eu>

8. Company Contour Crafting Corporation. Building. [Electronic resource] - URL: <http://contourcrafting.com>

9. Anna Kulik, Inder Prakash Singh Shergill, Peter Novikov. The project "Stone Spray". 2012.

10. Massachusetts Institute of Technology. 3-D printing offers a new approach to creating buildings. [Electronic resource] - URL: <http://news.mit.edu>

УДК 621 548 (81237)

ФОРМИРОВАНИЕ ПОРЫВОВ И МИКРО ПОРЫВОВ ВЕТРА В НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Kazimov M.H.

*Нахичеванское отделение НАН Азербайджана
AZ 7000, г. Нахичевань, проспект Г. Алиева 35*

NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASINDA KÜLƏYİN ANİ ŞİDDƏTİ VƏ MİKRO ŞİDDƏTLƏRİNİN MEYDANA GƏLMƏSİ

Məhbub Kazimov

FORMATION OF GUSTS AND MICRO GUSTS OF WIND IN THE NAKHCIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

Mahbub Kazimov

Аннотация. В статье рассмотрены процессы формирования и развитие порывов и микро порывов ветра в Нахчыванской котловине. Показаны результаты научных исследований по формированию и развитию порывов и микро порывов ветра на территории Нахчыванской АР. Рассмотрены особенности порывов ветров, в зависимости от географических условий региона. Анализировано динамика потер скорости при зигзагообразном обтекании через горных ущелий и узких проходов и влияние этих потер на характеристику порывов ветра.

Проведенные исследование полностью подтвердили серьезную опасность порывов и микро порывов ветра на территории Нахчыванской АР. Полученные результаты подтвердили существование сильных нисходящих порывов и микро порывов ветра в Нахчыванской котловине.

Məqalədə Naxçıvan çökəkliyində küləyin anı şiddəti və mikro şiddətlərinin yaranması və inkişafı proseslərinə baxılmışdır. Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində küləyin anı şiddəti və mikro şiddətlərinin əmələ gəlmə səbəbləri və inkişafı ilə bağlı aparılan elmi tədqiqat işlərinin nəticələri göstərilmişdir. Bölgənin coğrafi şəraitindən asılı olaraq küləyin anı şiddətinin xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Küləyin anı şiddətinin dağ dərələri və dar keçidlərindən keçərkən sürət itkisinin dinamikası və bu itkilərin küləyin anı şiddətinin xüsusiyyətlərinə təsiri təhlil edilmişdir.

Aparılan tədqiqatlar Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində küləyin anı şiddəti və mikro şiddətlərinin təhlükəli olduğunu tamamilə təsdiqlədi. Əldə edilmiş nəticələr Naxçıvan çökəkliyində küləyin anı şiddəti və mikro şiddətlərinin vövcud olduğunu təsdiqləyir.

Abstract. The article discusses the processes of formation and development of gusts and micro gusts of wind in the Nakhchivan basin. The results of scientific research on the formation and development of gusts and micro gusts of wind in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic are shown. The features of gusts of winds are considered, depending on the geographical conditions of the region. The dynamics of speed loss during a zigzag flow through mountain gorges and narrow passages and the effect of these losses on the characteristics of wind gusts are analyzed.

The studies fully confirmed the serious danger of gusts and micro gusts of wind in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. The obtained results confirmed the existence of strong downward gusts and micro wind gusts in the Nakhchivan basin.

Ключевые слова: порыв ветра, микро порыв, ливень, гроза, завихрение, ураганная сила, температура воздуха, рельеф местности, высота.

Açar sözlər: küləyin ani şiddəti, mikro şiddət, leysan, göy gurultusu, burulğan, qasırğanın gücü, havanın temperaturu, ərazinin relyefi, hündürlük.

Keywords: wind gust, micro gust, downpour, thunderstorm, turbulence, hurricane force, air temperature, terrain, height.

1. Введение:

Нахчыванская котловина Азербайджанской Республики занимает южную часть Кавказского перешейка и расположена между $38^{\circ}51'$ - $39^{\circ}52'$ с. ш. и $44^{\circ}37'$ - $46^{\circ}13'$ восточной долготы, на юго-западном склоне Малого Кавказа.

На степень состояния атмосферного воздуха в Нахчыванской котловине влияют облачность, туманы, застой ветра (штиль). Облачность препятствует турбулентному обмену в атмосфере котловины.

В солнечные дни расположенный в котловине Нахчыванской АР нагревание и охлаждение территории происходит не только снизу, но и с боков. Поэтому суточные амплитуды температуры воздуха в котловине бывает, гораздо больше. Склоны гор и холмы днем поглощают солнечное излучение и отдают его в виде теплового излучения. Вследствие неравномерного нагрева, поверхность земли, склоны гор и горные ущелья нагреваются не равномерно.

По этому, несмотря на сравнительно близкое расстояние суточная температура в г. Шарур сильно отличаются от температуры г. Шахбуза и селе Абракунис Джульфинского района.

На территории Нахчыванской АР преобладающими ветрами являются горно-долинные ветры и они имеют свою локальные особенности. Днем нагретый солнцем ветер по долинам рек и ущельям дует из долины вверх к горам. Ночью воздух, быстро охлаждаясь над склонами, становится более плотным и стекает обратно в долину. Такой сток холодного воздуха на территории Нахчыванской котловине происходит резко и климат называется резко континентальным. Скатывающийся ночью со склон гор холодный воздух снижает температуры 10°C - 15°C . Эти ветры, также играют роль вентиляции, прогоняя из долин и ущелий застаивающийся в них воздух.

В летнее время вследствие воздействия этих процессов на территории Нахчыванской АР возникают сильные и резкие порывы ветра. Порывом ветра называется резкое увеличение скорости ветра, (англ. downburst - нисходящий взрыв).

Порывом ветра является холодный поток ветра, скорость, которой бывают намного выше. В

порывах ветра с грозой возникают интенсивные воздушные потоки,

создающие на поверхности земли ветер разрушительной силы.

На каждый грамм конденсирующейся воды в атмосфере освобождается около 600 калорий тепла. При замерзании капелл, на каждый грамм дополнительно освобождается 80 калорий тепла. Освобожденная тепловая энергия (100 миллионов кВт-час.) преобразуется в кинетическую энергию.

Когда в нисходящем потоке порыва ветра происходит обратный процесс, ледяные частицы начинают таять и испаряться, поток становится ещё холоднее. По мере приближения на земной поверхности окружающий снаружи облака более сухой воздух, в районе высоты замерзания, вызывает испарение опускающихся вниз капли и они дополнительно охлаждают окружающий воздух и тем самым еще более ускоряет скорость порывов ветра.

Возникший на высоте нисходящий холодный поток порыва ветра достигает поверхности земли заметно большей скоростью. Во время порывов, передняя часть сильно охлажденного в горах холодного ветра мгновенно и резко подрезает теплый, менее плотный воздух, достигает земли и продвигается вдоль земной поверхности. Не испарившиеся полностью капли выпадают из кучево-дождевого облака в виде дождя, сопровождающегося сильным, порывистым ветром.

На земле порыв ветра с грозой образует зону глубиной от 500 метров до 2 км и за 5 мин. температура воздуха понижается на 15°C и больше.

Несмотря на то, что порывы ветра известны с давних пор, на территории Нахчыванской АР его структура до сих пор подробно не был изучен.

II. Экспериментальный процесс:

В Нахчыванской котловине июнь- август месяцы наблюдаются сухие и горячие ветры «суховеи». Относительная влажность при суховеях падает до $15\div 20\%$. Температура воздуха достигает $+45^{\circ}\text{C}$ и выше [1].

Изменения массовой и весовой плотности воздуха Нахчыванской котловины в зависимости от его температуры и давления до высоты 3 км показаны в таблице 1.

Изменение массовой плотности воздуха в зависимости температуры и давления

№	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	Джюльфинский 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

Мгновенная скорость порыва ветра (V_m) определяется по формуле:

$$V_m = V_{cp} \cdot n$$

Где: V_{cp} – средняя скорость ветра;

n – переменный коэффициент.

На практике среднее значение (V_{cp}) определяются за 10 минут наблюдения.

Масштабы турбулентности порывов ветра, определяется по формуле:

$$L_x = 0,25 \cdot V_{3600} \cdot G_{xx} / \sigma_v^2$$

Где: G_{xx} – плотность скорости ветра нулевой частоте;

σ_v – среднеквадратичное отклонение скорости ветра,

V_{3600} – средняя скорость ветра за час.

В зависимости от характера местности для определения максимального значения скорости порыва ветра используют функцию распределения Вейбулла:

$$\Phi(V_{max}) = k/c (V_{max}/c)^{k-1} \exp[-(V_{max}/c)^k]$$

Где: Φ – функция распределения Вейбулла;

V_{max} – максимальное значение скорости порыва ветра.

k – коэффициент, для Нахчыванской АР $k = 1,9 - 2,0$;

c – параметр определяется по формуле:

$$c = 1 / V_{cp} (1 + 1/k)$$

Вследствие нисходящего движения по склону извилистых горных хребтов движение порыва ветра в Нахчыванской котловине имеет извилистую форму и его максимальная плотность определяется по формуле:

$$P_{max} = V_{max} / \bar{V}_{3600}$$

Где: p_{max} – безразмерный порыв ветра;

V_{max} – максимальная скорость порыва ветра;

\bar{V}_{3600} – среднечасовое значение скорости ветра.

Фактор порыва ветра (G) определяется с помощью формулы:

$$G = 1 + g \frac{\sigma_x}{X}$$

Где: X – максимальные скорости ветра в течение времени (T);

g – пиковый фактор;

σ_x – значение среднего квадратичного отклонения.

Максимальная скорость ветра в течение времени (T) будет:

$$\bar{X}_{max}$$

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

$$\tau = \Delta t \cdot \sum_i D(t)_i$$

Где: τ – длительность порыва ветра;

i – номер один из выбранных порывов ветра;

Δt – интервал времени между двумя порывами;

$D(t)$ – вспомогательный сигнал.

Порыв ветра образуется из-за стекающего вниз по склону более холодного и плотного воздуха, который соприкасается ниже более теплым, менее плотным воздухом. Обычно оно сопровождается грозовым ливнем и с вихревыми движениями. Между облаками и поверхности земли возникают электрические разряды, с усиленным порывом ветра, ливневым дождём и грозой (Рис.1.):



Рис.1. Порыв ветра с грозовым ливнем

На поверхности земли нисходящий поток порыва ветра создает ветер разрушительной силы и приносит разрушения домам, строениям и посевам.

При практическом рассмотрении нисходящих порывов ветра, нами обнаружилось меньшие нисходящие порывы ветра "микро порывы". Сильное кратковременное нисходящее движение воздуха сопровождавшийся с грозой, называется микро порывом (по англ. *microburst* - *микровзрыв*).

Микро порывами являются мощные локализованные вертикальные колонны ветра,

которые случаются при очень быстром охлаждении и опускании воздуха к земле. После того как столб воздуха достигает земли и начинает выдуваться наружу, образуя горизонтальные ветры, которые достигают скорости до 35 км.

Жизненный цикл микропорыва от 15 до 20 мин, , на территории с радиусом до 2 км. . Со стороны это выглядит так, как будто бы в дождевом облаке образовалась дыра и оно через эту дыру стремительно «выливается» на землю (рис.2.):

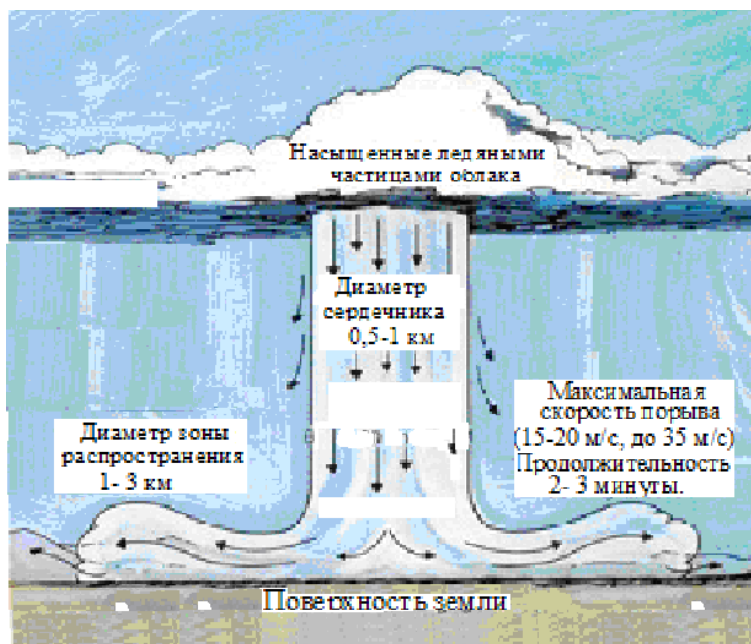


Рис.2. Формирование порыва (взрыва) ветра

Порыв ветра ураганной силы возникающий на короткое время, наблюдается в узких зонах Шахбузских, Джульфинских и Ордубадских гор с шквалистыми ветрами, ливневыми осадками и

грозами. Такие порывы обладают значительно большей разрушающей силой и могут полностью уничтожить строение, разрушить домов и повалить деревья (Рис.3.):



Рис.3. Разрушительные силы Порыв ветра с разрушительной силой (Шахбузский р-н).

Продолжительность поступления солнечного сияния на Нахчыванской АР достаточно высок и составляет в июле 470 час, августе 470 час. Это

способствует повышению интенсивности испарение вод на озере Ганлыгел и искусственных водоемах Вайхыр, Араз, Арпа, Бананияр и Сираб.

Испарение этих озёр делает воздух котловины влажным. Резко увеличивается количество содержащихся в воздухе частицы водяного пара, что способствует формированию и повышению интенсивности порывов ветра.

На территории Нахчыванской АР почти все грозы сопровождаются микро порывами. Связанные с ними нисходящие воздушные потоки распространяются в зоне размерами от 500 м до одного километра. Микро порывы в жаркую

погоду наблюдались во вторую половину дня, под вечер. В жаркую погоду в горах под кучево-дождевыми облаками наблюдались сухие микро порывы.

Формирование порывов ветра происходит на высоте от 2500 – 3500 м Даралаязско – Зангезурского высокогорья и проходя через глубокие ущелья и устремляется вниз по склону и руслу (Рис.4.):



Рис.4. Микро порыв в сухом воздухе

В Аразской долине с влажным климатом (12-18 г/кг), наблюдались "влажные" микро порывы. Высота кучево-дождевых облаков от 3 до 4 км. Когда из облака начинается выпадение осадков, они соприкасаясь с сухим воздухом, испаряются и столб дождя и воздуха становится холоднее окружающей атмосферы.

II. Результаты исследований:

В результате проведенных нами исследований (июль, август 2019 г.) выяснилось, что порывы и

микро порывы ветра в Нахчыванской котловине возникают высоко в горах (Батабат Шахбузский р-н, Лекетаг Джульфинский р-н, Агдере Ордубадский р-н) из нисходящих потоков грозового воздуха. Они продолжают от 10 до 15 мин, с зоной распространения диаметром от 0,5 до 1 км. Поток нисходящего из грозового облака воздуха (15 м/с, до 35 м/с) продолжается до 10-15 минут (Таблицы 1, 2):

Таблица 1.

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 (Шфхбузский, Джульфинский р-н)
17	35 ⁰ C	

18	36 ⁰ С	
19	36,5 ⁰ С	
20	35,5 ⁰ С	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Орвгбадский р-н, Джульфинский р-н)
21	36,4 ⁰ С	
22	38 ⁰ С	
23	37,5 ⁰ С	
24	36,4 ⁰ С	
25	36,5 ⁰ С	
26	34,5 ⁰ С	Сухой порыв ветра в горах (Шахбузский р-н)
27	34 ⁰ С	
28	33,5 ⁰ С	Порыв ветра с сильными ливневыми дождями и с грозой, (г.Нахчыване и в горах Джульфинский р-н)
29	30,5 ⁰ С	
30	38,5 ⁰ С	
31	40 ⁰ С	

Таблица 2.

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

29	34 ⁰ С	Порыв ветра с ливневым дождем и с грозой в горах, (Ордубадский р-н)
30	32 ⁰ С	
31	29 ⁰ С	

Измерения были проведены при помощи анемометра и термометра. Проведенные исследования показали что, при повышении температуры воздуха +35⁰С и выше (среднее температура воздуха измерялось с 10⁰⁰ по 18⁰⁰ часов) в горах накапливаются облака с насыщенными ледяными частицами и происходит порыв ветра с грозовым дождем, создающие на поверхности земли ветер разрушительной силы. Обычно эти сильные кратковременные порывы ветра с грозовыми дождями, происходили, после 17 часов в горных местах Шахбузского, Джульфинского и Ордубадского районов. При температуре воздуха +30⁰С и ниже порывы ветра не наблюдались.

Проведенные нами на территории Нахчыванской АР исследование полностью подтвердили серьезную опасность порывов и микро порывов ветра на территории Нахчыванской АР. Сильные порывы ветра способны создавать хаос на расстоянии 2 километров, сбивая деревья, линии электропередач и нанося серьезный ущерб сооружениям. Сильный микро порыв может полностью уничтожить крышу зданий, повредить и

разрушить домов, промышленных объектов и автомобилей, повалить деревья.

Нередко когда столб воздуха достигает земли, создается вертикальные завихрение, которое приводит к появлению турбулентности.

Принадлежит к Нахчыванской котловине вихровые микро порывы, он же смерч, представляют собой локальные и опасные явление. (по Азербайджански «бурулган» или «гасырга»).

Облачный столб с диаметром 300- 400 м., который опускается на земную поверхность воронкообразным сужением и из земной поверхности поднимает пыли. Столб воздуха достигая земли создает вертикальные завихрения и кругами распространяется по поверхности земли со скоростью ветра 20- 30 м/с и на пути своего движения вызывает катастрофические разрушения, человеческие жертвы.

При скорости больше 20-25 м/с, этот ветер сносит плохо закреплённые конструкции и крыши домов, ломает рекламные щиты, ветки деревьев, вызывает обрыв линий электропередач и создаёт опасность для находящихся под ними людей, животных и автомобилей (Рис.6.):



Рис.6. Бурулган– гасырга (смерч) на земной поверхности

Вышеуказанные научно- исследовательские работы полностью подтвердили реальность фронтов порывов и микро порывов и их серьезную опасность для линии электропередач, высотных сооружений, зданий, домов, промышленных объектов и деревьев.

IV. Выводы:

1. Рассмотрены особенности порывов и локальных микро порывов ветра в зависимости от теплового баланса, рельефа местности и географической особенности Нахчыванской котловины.

2. Анализирован динамика возникновения порывов и микро порывов ветра в Нахчыванской АР и их негативные последствия.

3. Определены интенсивность возникновения порывов и локальных микро порывов в

зависимости от теплового баланса Нахчыванской котловины.

Литература:

1. Горшков В.Г., Макарьева А.М., Сила ветра в земной атмосфере. Российская Академия Наук, Петербургский Институт Ядерной Физики, Гатчина, 2008, с. 21

2. Горохов Е.В., Казакевич М.И., Шаповалов С.Н., Назим Я.В. Аэродинамика высотных конструкций, Донецк, 2000, с. 336.

3. Фрик П. Г. Турбулентность и сдвиг ветра, 2003, с. 292.

4. Лукутин Б.В., Возобновляемые источники энергии, Томск, Издательство Томского политехнического университета, 2008, с. 187

5. Савицкий Г.А., Ветровая нагрузка на сооружения, Москва, Стойиздат, 1998, с.34-75