

Шаршембиев Ж.С.

**АНАЛИЗ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ,
ВЛИЯЮЩИХ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
КОЛЕСНЫХ МАШИН В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Zh.S. Sharshembiev

**THE ANALYSIS A NATURE OF THE CLIMATIC FACTORS
INFLUENCING PARAMETERS OF OPERATIONAL PROPERTIES
OF WHEEL MACHINES IN MOUNTAIN CONDITIONS**

УДК: 629.114.4:625.711.844.2.

В статье проведен анализ природно-климатических факторов, влияющих на показатели эксплуатационных свойств колесных машин в горных условиях. Рассмотрены процессы изменения атмосферного давления, температуры, плотности и влажности воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря.

In clause the analysis a nature of the climatic factors influencing parameters of operational properties of wheel machines in mountain conditions is carried out. The processes of change of atmospheric pressure, temperature, density and humidity of air are considered depending on height above a sea level.

Природно-климатические условия эксплуатации колесных машин характеризуются высотой местности над уровнем моря, атмосферным давлением, температурным режимом окружающего воздуха, плотностью и влажностью воздуха, скоростью ветра, количеством атмосферных осадков, продолжительностью зимнего периода и другими факторами.

Значительная сложность рельефа Кыргызстана – глубокая расчлененность, различная экспозиция горных склонов по отношению к солнцу и потокам воздуха, создает исключительное разнообразие особенностей климата и определяет четко выраженную вертикальную климатическую поясность. Здесь можно выделить четыре климатических пояса, заметно различающихся между собой [1].

Долинно-предгорный пояс (от 500 до 1200 м н.у.м.) характеризуется жарким летом (до 28°C), умеренно-прохладной и бесснежной зимой с большим дефицитом осадков. В верхней части долинно-предгорного пояса климат теплый и даже жаркий, то же с не холодной зимой. Летний температуры (июль) составляют 20-25°C, зимние (январь) -4 – 7°C мороза.

Предельно высокие температуры летом в указанном поясе достигают 44°C, с ростом высоты они уменьшаются до 27-30°C, а абсолютные минимумы зимою отмечаются в пределах -22 -30°C мороза.

Среднегорный пояс (от 900 до 2200 м н.у.м.) имеет типичный умеренный климат с теплым летом и умеренно-холодным, довольно устойчивой снежной зимой. Температуры здесь отмечаются значительно ниже – лето только теплое, в июле 18-19°C, зима довольно холодная, в январе 7-8°C, в декабре и феврале -3-5°C мороза.

Высокогорный пояс (от 2000 – 3500 м н.у.м.) отличается прохладным летом и холодной, многоснежной зимой. Июльская температура всего 11-16°C. Зима длится с ноября до марта, с январскими температурами - 8-10°C мороза.

Нивальный пояс (от 3000 м н.у.м. и выше) характеризуется суровым, очень холодным климатом. Средние июльские температуры не превышают 4-7°C, а январские составляют 19-22°C мороза. Снег начинает обычно выпадать в сентябре, погода постоянно меняется, в один день можно пережить лето и зиму.

Таким образом, горные дороги проходят через все эти климатические четыре пояса. На горных дорогах в пределах сравнительно коротких участков вследствие влияния вертикальной зональности в значительной степени могут различаться природные условия: от летнего климата у долинно-предгорного пояса, до зимнего в нивального пояса.

С высотой в горах понижается атмосферное давление воздуха и его плотность. Атмосферное давление воздуха на территории Кыргызстана в зависимости от значительного перепада высот, имеет большую амплитуду колебания абсолютных величин от 500 до 715 мм рт.ст. Понижение плотности воздуха приводит к снижению мощности двигателей вследствие уменьшения наполнения цилиндров и ухудшения процесса сгорания в результате падения давления в конце сжатия. Ухудшается топливная экономичность двигателей, это происходит вследствие переобогащения рабочей смеси в двигателях внутреннего сгорания колесных машин.

Исследованиями профессора Э.С. Нусупова [2] установлено, что на каждые 1000 м над уровнем моря мощность двигателей и сила тяги на ведущих колесах снижается в среднем на 8-12%. Снижение плотности воздуха с увеличением высоты над уровнем моря приводит также к уменьшению массы воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения двигателя, что является еще одной причиной перегрева двигателей и за-

кипания воды в них. Кипение воды в открытой системе охлаждения двигателя может происходить и при нормальном нагрузочном и тепловом режиме двигателя по причине низкой плотности воздуха на больших высотах, так как при этом температура кипения воды снижается.

Из-за вышеописанных особенностей высокогорных условий эксплуатации автомобильный транспорт не выполняет свое главное назначение – быструю доставку груза. Средняя скорость колесных машин, работающих на высокогорных дорогах, значительно снижена, почти все основные агрегаты и системы испытывают предельные динамические и циклические нагрузки, преждевременно выходят из строя, имеют недостаточный срок службы. Почти все трущиеся части тормозных механизмов, сцепления и др. агрегатов подвержены воздействию высоких температур и др.

Для оценки переменных природно-климатических факторов применяются соответствующие параметры. Так, для описания температурного режима воздуха применяются статистические характеристики: закон распределения температур, средняя годовая температура, ее стандартное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса, абсолютный минимум и максимум температур, средняя температура самого жаркого и самого холодного месяцев, средняя продолжительность периода с определенными температурами.

Тропосфера — нижний, наиболее изученный слой атмосферы, высотой в полярных областях 8-10 км, в умеренных широтах до 10-12 км, на экваторе — 16-18 км [3]. В тропосфере сосредоточено более 80% всей массы атмосферного воздуха, сильно развиты турбулентность и конвекция, сосредоточена преобладающая часть водяного пара, возникают облака, формируются и атмосферные фронты, развиваются циклоны и антициклоны, а также другие процессы, определяющие погоду и климат. Происходящие в тропосфере процессы обусловлены, прежде всего, конвекцией.

Атмосферное давление – давление атмосферы на все находящиеся в ней предметы и Земную поверхность. Атмосферное давление создается гравитационным притяжением воздуха к Земле. Наличие атмосферного давления выявлено еще в 1638 году, когда не удалась идея герцога Тосканского украсить сады Флоренции фонтанами — вода не поднималась выше 10,3 метров. Поиски причин этого и опыты с более тяжелым веществом – ртутью, предпринятые известным ученым Эванджелиста Торричелли привели к тому, что в 1643 году он доказал, что воздух имеет определенный вес. Совместно с В. Вивiani, Торричелли провёл первый опыт по измерению атмосферного давления, изобрел трубку Торричелли (первый ртутный барометр), — стеклянную трубку, в которой нет воздуха. В такой трубке ртуть поднимается на высоту около 760 мм. Нормальным атмосферным давлением называют давление в 760 мм рт.ст. на уровне моря при температуре 15°C. (Международная стандартная атмосфера, МСА=101 325 Па, 1 гПа = 0,75 мм рт. ст. или 1 мм рт. ст. = 1,333 гПа) [3].

Атмосферное давление уменьшается по мере увеличения высоты, поскольку оно создается лишь вышележащим слоем атмосферы.

Вычисление атмосферного давления на высоте h по давлению на уровне моря P_0 и температуре воздуха T [3]:

$$P = P_0 e^{-Mgh/RT} \quad (1)$$

где $P_0 = 101\,325$ - давление воздуха на уровне моря [Па]; $e = 2.718$ – значение натурального числа, M - молярная масса сухого воздуха 0,029 [кг/моль]; g - ускорение свободного падения 9,81 [м/с²]; R - универсальная газовая постоянная 8,31 [Дж/моль К]; T - абсолютная температура воздуха [К], $T = t + 273$, где t - температура в °С; h – высота над уровнем моря [м].

Воздух – естественная смесь газов, главным образом азота и кислорода, составляющая земную атмосферу. На автомобильном транспорте кислород воздуха используется для сжигания топлива с целью получения тепла и механической энергии в двигателях внутреннего сгорания.

Температура воздуха – одно из свойств воздуха в природе, выражающегося количественно. Температура воздуха в каждой точке атмосферы непрерывно меняется, в разных местах Земли в одно и то же время она также различна. С увеличением высоты над уровнем моря температура воздуха меняется в разных слоях и слухаях по-разному. В среднем она сначала понижается до высоты 10000-15000 м, затем растёт до высоты 50000 - 60000 м, потом снова падает и т.д. [3].

Под влажностью понимается наличие в воздухе газообразного водяного пара, парциальное давление которого не превосходит давления насыщенного пара для данных атмосферных условий. Добавление водяного пара в воздух приводит к уменьшению его плотности, что объясняется более низкой молярной массой воды (18 гр/моль) по сравнению с молярной массой сухого воздуха (29 гр/моль) [2]. Влажный воздух может рассматриваться как смесь идеальных газов, комбинация плотностей каждого из которых позволяет получить требуемое значение для их смеси. Подобная интерпретация позволяет определение значения плотности с уровнем ошибки менее 0,2% в диапазоне температур от –10°C до 50°C и может быть выражена следующим образом [3]:

$$\rho_{\text{вв}} = \frac{p_d}{R_d \cdot T} + \frac{p_v}{R_v \cdot T} \quad (2)$$

где $\rho_{\text{вв}}$ - плотность влажного воздуха (кг/м³); p_d - парциальное давление сухого воздуха (Па); R_d - универ-

сальная газовая постоянная для сухого воздуха (287,058 Дж/(кг·К)); T - температура (К); p_v - давление водяного пара (Па) и R_v - универсальная постоянная для пара (461,495 Дж/(кг·К)).

На рис.1 показаны графики изменения влажности воздуха в течение года на равнинной, предгорной и горной метеорологических станциях Кыргызстана [1].

Плотность воздуха - масса газа атмосферы Земли на единицу объема или удельная масса воздуха при естественных условиях. Величина плотности воздуха является функцией от высоты производимых измерений, от его температуры и влажности. Обычно стандартной величиной считается значение 1,225 кг/м³, которая соответствует плотности сухого воздуха при температуре +15°C на уровне моря.

Для тропосферы температура на высоте h над уровнем моря может быть задана формулой [3]:

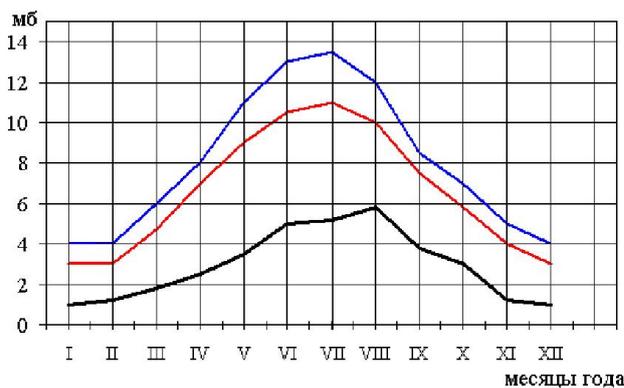
$$T = T_0 - Lh \quad (3)$$

Давление на высоте h :

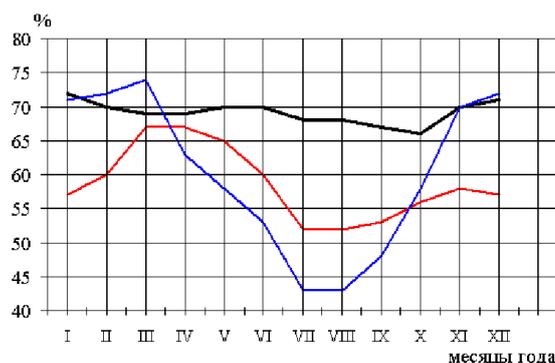
$$p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0} \right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}} \quad (4)$$

Тогда плотность может быть вычислена подстановкой соответствующих данной высоте h температуры T и давления P в формулу:

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \quad (5)$$



а) годовой ход абсолютной влажности воздуха



б) годовой ход относительной влажности воздуха

Рис. 1. Графики изменения влажности воздуха в течение года на равнинной, предгорной и горной метеорологических станциях Кыргызстана.

Эти три формулы (3)-(5) и использованы для расчета числовых значений (табл.1), а также построения графиков зависимости давления, температуры и плотности воздуха от высоты по сравнению со стандартной атмосферой (рис.2). Графики нормализованы - показывают общий вид поведения параметров. «Нулевые» значения для верных вычислений нужно каждый раз подставлять в соответствии с показаниями соответствующих приборов (термометра и барометра) на данный момент на уровне моря.

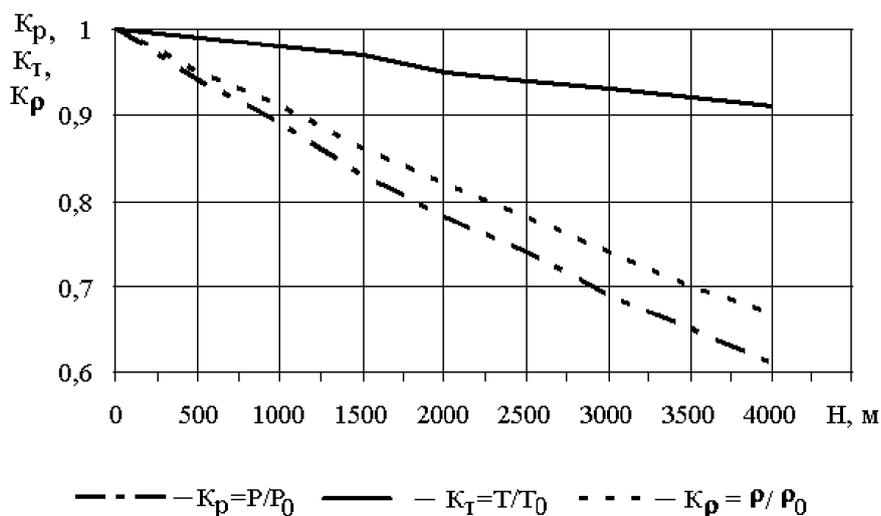


Рис. 2. Графики зависимости давления, температуры и плотности воздуха от высоты по сравнению со стандартной атмосферой ($\rho_0=101325$ Па, $T_0=288,15$ К, $\rho_0=1,225$ кг/м³)

Таблица 1

Числовые значения атмосферного давления (P), температуры (T) и плотности (ρ) воздуха от высоты над уровнем моря

Высота над уровнем моря h, м	Атмосферное давление P, Па	Температура воздуха T, К	Температура воздуха t, °С	Плотность воздуха ρ, кг/м ³
0	101325	288,15	15,15	1,2271
500	95455	284,9	11,9	1,1692
1000	89863	281,65	8,65	1,1134
1500	84540	278,4	5,4	1,0597
2000	79475	275,15	2,15	1,0080
2500	74658	271,9	-1,1	0,9582
3000	70081	268,65	-4,35	0,9104
3500	65734	265,4	-7,6	0,8643
4000	61607	262,15	-10,85	0,8201

Таким образом, можно классифицировать основные природно-климатические факторы влияющих на тяговую и тормозную динамичность, устойчивость и управляемость, топливную экономичность колесных машин в горных условиях следующим виде:

- высота над уровнем моря; - атмосферное давление воздуха;
- температура воздуха; - плотность воздуха; - влажность воздуха.

Список литературы:

1. Нусупов Э.С. Атлас Киргизской ССР. Том I. Москва, 1987, 158 с.
2. Нусупов Э.С. Эксплуатационная эффективность автотранспортных средств в горных условиях / АН Кирг. ССР; Институт физики и механики горных пород. Ф.: Илим, 1988.- 168 с.
3. Чуянов В.А. Энциклопедический словарь юного физика М.: Педагогика, 1984. - 252 с.

Рецензент: к.т.н., доцент Райымбеков К.