

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Г. М. Меликян

**Использование снеговых вод для водоснабжения
животноводческих ферм на горных пастбищах**

**Снеговой покров; условия и сроки его образования;
способы захвата талых вод.**

На территории горных районов ежегодно выпадает огромное количество атмосферных осадков, в основном, в виде снега. Количество снега особенно велико в верхних зонах горных районов, где и расположены субальпийские и альпийские летние пастбища. Весной за короткое время бурные потоки снеговых талых вод стекают по балкам, ущельям вниз и ко времени использования пастбищ балки, ущелья в большинстве становятся суходольными; значительная территория пастбищ остается без воды, в результате чего содержание скота сильно затрудняется.

Таким образом, в условиях горных районов, в особенности в районах, где основным источником воды являются снеговые талые воды, вопросы рационального использования снеговых запасов, в целях обводнения летних пастбищ, приобретают первостепенное значение. Для их правильного использования требуется более детальное изучение характера залегания и таяния снегового покрова. Образование и состояние снежного покрова в основном зависят от температурного режима воздуха, который изменяется в зависимости от высоты местности.

В нижних зонах хребтов снег появляется в ноябре, а устойчивый снеговой покров создается в начале декабря.

В верхних зонах хребтов первое выпадение снега наблюдается в конце сентября, а устойчивый снеговой покров создается в октябре, т. е. почти на два месяца раньше, чем в нижних зонах.

Наращение снегового покрова продолжается в нижних зонах до февраля месяца, а в верхних зонах до марта или же до второй декады апреля.

В образовании снегового покрова решающую роль играют следующие факторы:

а) количество осадков, выпадающих в виде снега, и вертикальная зональность в их распределении;

- б) величина испарения с поверхности снега;
- в) рельефные условия, направление долин и гребней по отношению к направлению ветров;
- г) положение склонов хребтов относительно стран света.

Таким образом, толщина снегового покрова обуславливается в основном климатическими и рельефными условиями. Несмотря на самые различные условия, толщина снегового покрова увеличивается в основном с увеличением высоты местности, т. к. уменьшается испарение, увеличивается количество осадков, в частности, в виде снега.

Большую роль играет сдувание ветром снега с гребней и с холмов в долины и ущелья. Толщина снегового покрова в долинах бывает иногда в 2—2,5 раза больше, чем на гребнях. Здесь имеет большое значение направление долины по отношению к направлению ветров.

Максимальная толщина снегового покрова на высоте 3000—3200 м доходит до 1,8—2,0 м.

Плотность снега меняется в больших пределах и по глубине снегового покрова и по высоте местности по времени — в течение года. Уплотнение снега происходит под влиянием действия таких факторов, как собственный вес снега, ветры, оттепели, излом снежинок и т. д. Фактор уплотнения снега является важным моментом при использовании его в целях водоснабжения.

По нашим измерениям 1953 г. в конце июля на высоте 3150 м (на Гегамском массиве) плотность снега доходит до 0,58; это показывает большое содержание воды в снеге, что имеет важное значение при использовании снежников.

Основная территория летних пастбищ освобождается из-под снега во второй декаде мая, и полностью в конце мая, за исключением вершинной части, которая освобождается в июне. Некоторые вершины Арагаца, Капудгжух, иногда Аг-даг и другие покрыты вечными снегами.

После разрушения снегового покрова в отдельных местах остаются снежные линзы, пятна или так называемые естественные снежинки. Последние располагаются на северных склонах, в затененных местах, в ущельях и т. д. Большая часть их сохраняется до начала июля, а некоторые (на высоте свыше 2900 м) до конца пастбищного периода или даже в течение круглого года. Эти снежинки во вторую половину пастбищного периода (июль, август) не в состоянии создать поверхностный сток и их талые воды в большинстве случаев без пользы для обводнения пастбищ впитываются в грунт.

На значительной территории летних горных пастбищ снежинки нередко являются единственными источниками водоснабжения. Поэтому после их стаяния многие животноводческие фермы остаются без воды и вынуждены или гонять скот на водопой на значительные расстояния, или оставлять пастбища и спускаться вниз, не используя полностью естественные кормовые угодья.

Поэтому возникает необходимость детального изучения режима таяния горных снежников и установления возможностей и техники использования снеговых вод для водоснабжения животноводческих ферм в течение всего пастбищного периода.

С этой целью в июле 1953 г. нами были проведены исследования на западном склоне Гегамского массива. Опыты были проведены на пастбищном участке колхоза им. Баграмяна Эчмиадзинского района (на высоте 2900—2960 м над уровнем моря).

Размеры естественных снежников колеблются в больших пределах, причем они постепенно уменьшаются. В начале июля длина большей части снежников составляла 200—250 м, ширина 80—100 м, максимальная толщина снега нередко превышает 2,5 м. Объем снежников в среднем составляет 2000—10000 м³, что составляет при его плотности 0,58, запас воды 1160—5800 м³.

Основным фактором, обуславливающим процесс таяния снега, является тепло. В естественных условиях таяние происходит под действием солнечной энергии и, следовательно, в зависимости от температуры воздуха. В процессе таяния снежник уже не однородная снежная масса, он состоит, в основном, из зернистой снежной массы и подстилающего слоя льда, толщиной более трех см; лед лежит не под всем снежником, а только по краям, полосой в ширину 3—5 метров.

Таяние происходит одновременно по всей поверхности снежника и по его краям (нижняя поверхность и край льда и снег, расположенный над льдом). Таким образом, центральная масса снежника в процессе таяния не принимает участия.

Для изучения характера таяния по глубине снежника, нами были специально вырыты два снежных колодца. В вертикальные стенки колодцев были горизонтально забиты занумерованные деревянные колышки, ежедневно в 8 часов измерялось расстояние между ними.

Анализ проведенных наблюдений показывает, что в течение суток тает слой снега на глубину 16—20 см; таяние происходит преимущественно в верхних слоях снега; ниже слоя величины суточного таяния происходит сжимание, в результате чего уменьшается высота снега на 1—3 см.

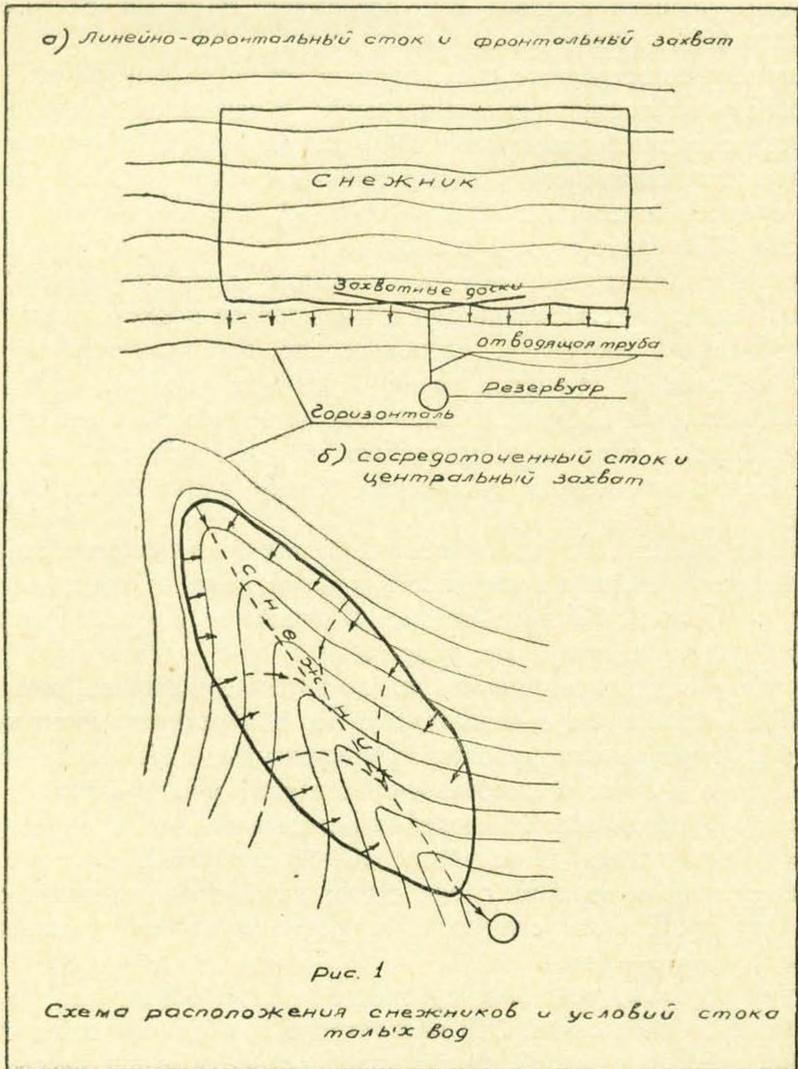
Таким образом, величина суточного таяния образуется за счет поверхностного слоя снега. Это обстоятельство объясняется действием солнечной энергии и малой теплопроводностью снежной массы. Плохая теплопроводность снежной массы позволяет с помощью теплоизоляционных покрытий способствовать сохранению снеговых запасов на продолжительное время.

Сток талых вод из снежников может быть двух типов (рис. 1).

1. Линейно-фронтальный сток (рис. 1 а) имеет место в случаях, когда снежник расположен на склоне, и движение всех частиц талых вод направлено перпендикулярно к горизонталям, следовательно, сток талых вод имеется по всему нижнему краю снежника, поэтому захват

талых вод такого снежника должен быть развернут по нижнему его краю фронтом.

2. Сосредоточенный сток (рис. 1б) имеет место в тех случаях, когда снежник расположен в ложине, талые воды с трех склонов направляются к тальвегу и по последнему вытекают в одном месте из-под снежника.

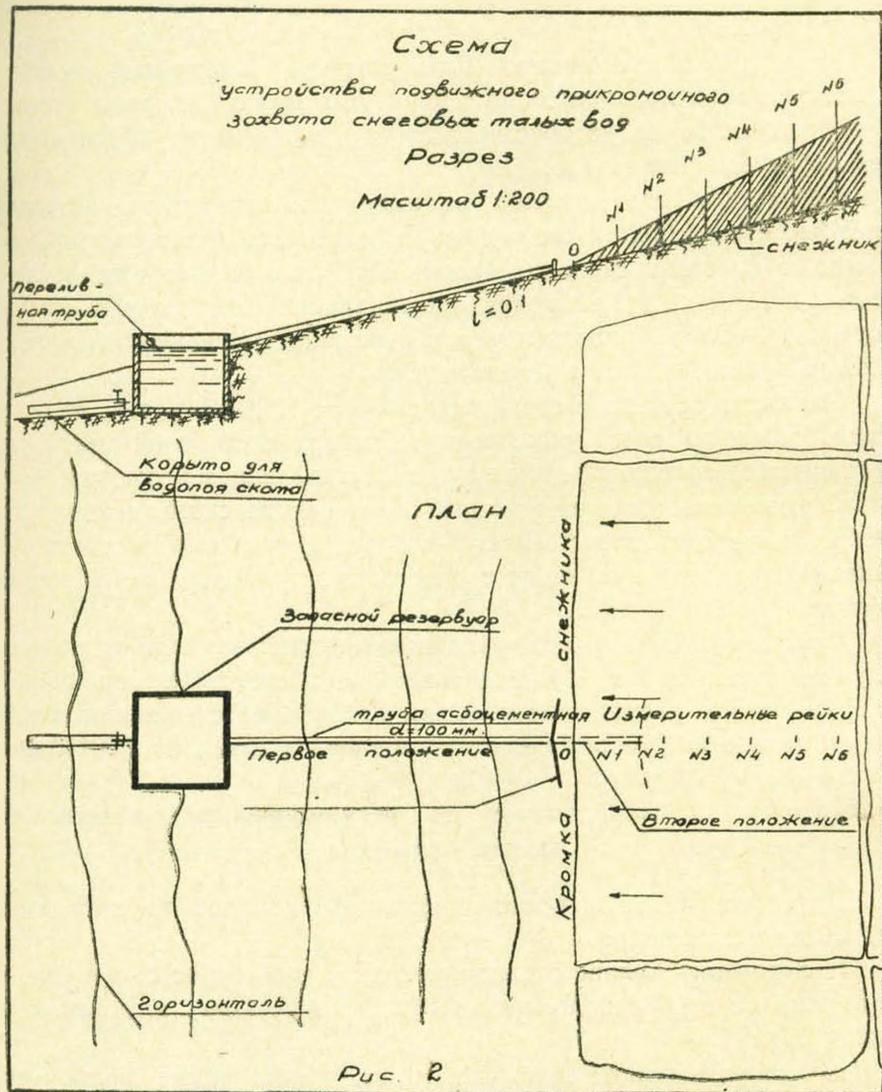


В условиях летних горных пастбищ Армянской ССР со своеобразным геологическим строением талые воды быстро инфильтруют в грунт. Однако следует отметить, что инфильтрация непосредственно под снежником невелика. Грунты под снежником, в основном, находятся в мерзлом состоянии и поэтому являются водонепроницаемыми.

Почва, нагреваясь, с одной стороны, способствует процессу таяния и, с другой, с жадностью поглощает талые воды. Уже на весьма

небольшом расстоянии от снежника весь сток талых вод поглощается грунтом.

Для захвата линейно-фронтального стока рекомендуется прикромочное устройство (рис. 2), состоящее из захватных досок, отводящей трубы и запасного подземного резервуара.



Захватные доски служат для обеспечения стока воды к трубе. В водонепроницаемых грунтах вместо досок могут быть открыты канавки. Расстояние между кромкой снежника и досок, должно быть возможно меньше (менее 1,0 м), во избежание потерь воды на фильтрацию, т. к. прикромочная часть грунта, полностью не оттаявшая, еще достаточно водонепроницаема. Отводящая труба служит для от-

вода талых вод в резервуар. Трубы (желательно асбестоцементные) могут быть уложены по земле или с некоторым заглублением.

Запасной резервуар служит для накопления талых вод. Объем его зависит от потребного количества воды. В целях удешевления резервуара, можно рекомендовать устраивать его открытым в трапециoidalном котловане, стенки которого отделывать водонепроницаемой одеждой.

Ниже резервуара должен быть устроен водопойный пункт из корыт, куда вода подводится по трубам. Для захвата сосредоточенного стока рекомендуемое устройство состоит из отводящих труб и подземного запасного резервуара.

Результаты исследований разных типов снежников позволяют отметить, что расход талых вод обуславливается температурой воздуха и количеством снежной массы. Наибольшие расходы зафиксированы в 14 часов, т. е. в час максимальной температуры воздуха в сутки (14—20°). Утром и вечером сток воды уменьшается, а ночью (с 23 до 8 часов) почти прекращается.

Интенсивное таяние снега происходит с 11 до 16 часов. Величина объема тающего снега обуславливается глубиной слоя снега, подвергающегося таянию в течение суток, составляющая в среднем 18 см.

Следовательно, среднесуточный объем таяния снега на один кв. м снежной поверхности составляет 0,185 м; при плотности снега 0,58 общее количество талой воды с одного кв. м поверхности составит округленно 0,1 м³/сутки.

Общий суммарный расход талых вод, вытекающих из-под снежника, уменьшается по мере уменьшения объема снежника и площади его поверхности. Но расход талых вод на 1 м³ объема снежника изменяется при этом сравнительно немного, в среднем составляет 0,00143 л/сек.

Соображения и исследования по регулированию интенсивности таяния снежника

Для обеспечения животноводческих ферм водой за счет снеговых талых вод можно:

1. Задержать таяние снежников с тем, чтобы постоянно их использовать во второй половине пастбищного периода, или когда это нужно, или

2. Ускорить таяние снежника с тем, чтобы талые воды, получающиеся в результате быстрого таяния, не успели инфильтрироваться в грунт и были собраны в резервуары или водоемы; эти запасы используются по мере надобности.

В условиях горных пастбищ основной задачей является задержание таяния снега, т. к., как известно из предыдущего, значительная часть территории субальпийских и альпийских пастбищ во вторую половину пастбищного периода остаются без воды, несмотря на наличие огромных запасов снега в начале пастбищного периода.

Меры по ускорению таяния снега могут быть приняты только в привершинной зоне, где, в силу низких температур воздуха, таяние происходит медленно.

В целях установления практически возможных приемов регулирования таяния снежников в условиях летних горных пастбищ, автором летом 1953 г. на Гегамском массиве были проведены соответствующие исследования.

На снежнике, расположенном на высоте 2950 метров над уровнем моря, были выделены опытные участки с площадью от 1 до 2,2 м². Границы участков были обозначены колышками. Ежедневно, в 8 часов утра измерялась величина понижения поверхности снега за сутки.

Опытные участки покрывались различными материалами.

В результате проведенных наблюдений можно отметить, что земляная пыль толщиной не более одного мм усиливает таяние по сравнению с остальной снежной массой в среднем на 17—20%.

Наилучшим способом для торможения, замедления таяния является применение теплоизоляционных покрытий; в данных условиях целесообразным является применение фанеры, слоя земли толщиной 4—5 см и толи, при которых процесс таяния снежника уменьшается на 50%.

Соображения по расчету естественных снежников

При использовании на горных пастбищах в качестве источников водоснабжения естественных снежников возникает необходимость определения того количества воды, которое может быть получено при их таянии.

Объем снежника w возможно определить путем непосредственного его объема в натуре.

Общее количество воды, которое может быть получено в результате таяния всего объема снежника, будет равно:

$$Q_c = \rho \cdot \varphi \cdot w \text{ м}^3.$$

где: w — общий объем снега в снежнике в м³,

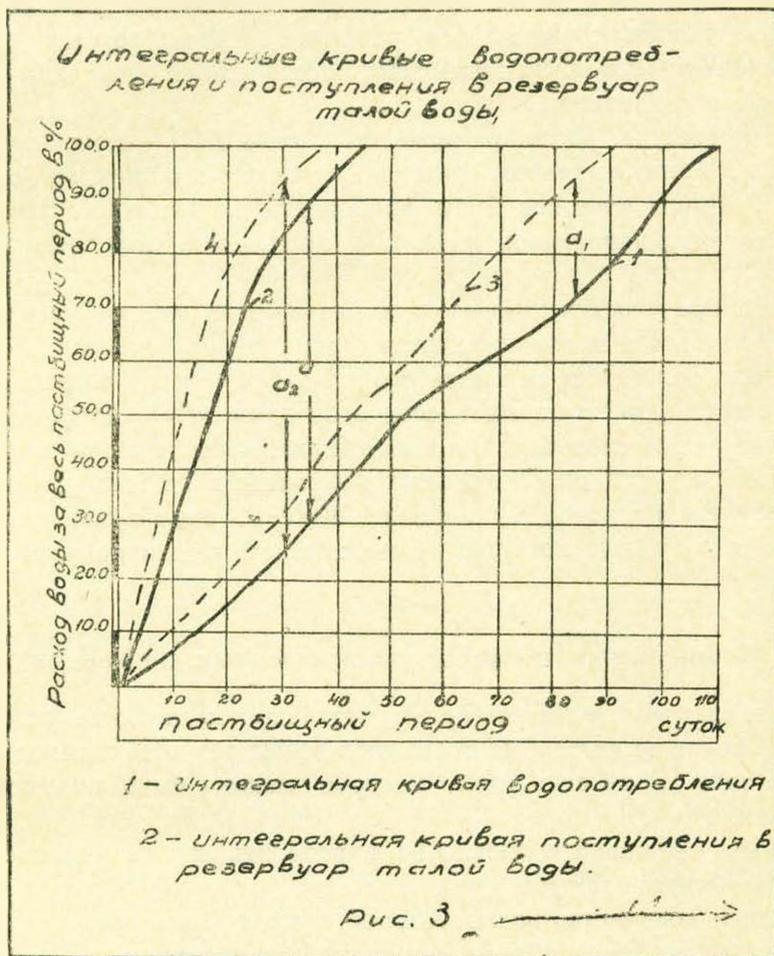
ρ — коэффициент, учитывающий переход от объема снега к объему воды, равный 0,4—0,58,

φ — коэффициент, учитывающий потери воды на инфильтрацию в грунт и на испарение. Ориентировочно можно принимать $\varphi = 0,55$.

Однако это количество воды можно получить лишь в случае захвата талой воды непосредственно у снежника.

Если Q_c равно необходимому для потребителей за время использования данного участка пастбища количеству воды Q_n , то следует учесть, что график потребления за этот период не совпадает с графиком таяния снега и образования талых вод. Необходимо устройство регулирующего резервуара—водоема.

Емкость этого резервуара может быть определена при помощи интегральных кривых водопотребления и поступления в резервуар талой воды (рис. 3).



Необходимый объем резервуара равен:

$$M = \alpha_0 \frac{Q_0 \cdot a}{100} \text{ м}^3,$$

где: Q_0 — необходимое количество воды для обводнения данного участка пастбища в течение пастбищного периода в м^3 ;

α_0 — коэффициент, учитывающий потери воды на испарение и фильтрацию в резервуаре — водоеме. В закрытых резервуарах с водонепроницаемыми стенками и дном может быть принят равным 1,1.

Для открытых водоемов следует учитывать потери воды за пастбищный период равный слою воды в 0,3—0,5 м.

Кроме того, необходимо учесть еще некоторый мертвый объем, на возможные осадки.

a — наибольшая разность ординат интегральных кривых поступления в резервуар талой воды и потребления в процентах.

Интегральную кривую поступления в резервуар талой воды можно построить по формуле:

$$q_n = (F_0 - \alpha t_n) h \varphi \rho \text{ м}^3,$$

где: q_n — количество талой воды, поступающей из снежника в резервуар в n -ые от начала пастбищного периода сутки;

F_0 — первоначальная площадь поверхности снежника в м^2 в начале пастбищного периода;

t_n — число суток, прошедшее от начала пастбищного периода;

h — высота слоя суточного таяния снега в метрах; по нашим наблюдениям в среднем $h = 0,18$ м.

φ — коэффициент потерь;

ρ — переводной коэффициент от снега к воде.

α — средняя величина суточного уменьшения площади поверхности снежника;

по нашим наблюдениям в среднем $\alpha = 250$.

Естественно, что в зависимости от климатических условий каждого года — интенсивность таяния, величины потерь и следовательно величина q_n будет изменяться. Однако наши наблюдения позволяют предположить сравнительную стабильность этих величин.

При регулировании интенсивности таяния можно увеличить или уменьшить величину слоя ежедневного таяния снега h , при котором изменяется и значение α и φ .

Тогда при замедлении таяния интегральная кривая поступления талой воды займет положение 3. Необходимая емкость регулировочного резервуара уменьшается т. к. $a_1 < a$.

При ускорении таяния $a_2 > a$, следовательно, емкость резервуара увеличивается.

В ы в о д ы

1. В условиях горных пастбищ снеговые талые воды являются одним из основных источников обводнения пастбищ и водоснабжения животноводческих ферм. Путем рационального использования запасов снега, снежников предоставляется возможным разрешить вопрос обводнения значительной территории летних горных пастбищ, где они являются единственным источником воды.

2. Целесообразно использование только естественных снежников, образующих в виде снежных пятен на северных склонах и в лощинах. Однако в целях создания большого запаса воды, кроме естественного накопления снега следует осуществить искусственное снегозадержание путем устройства каменных стенок (сухая кладка) высотой 1—1,5 м.

3. Если на летних пастбищах снежные талые воды требуется использовать в течение всего пастбищного периода, то необходимо задержать таяние. Для этой цели удобнее использовать снежники, расположенные в лощинах и ущельях с сосредоточенным стоком.

Таяние же снежников, расположенных на склонах (в особенности на южных склонах), происходит быстрее и имеются большие потери воды. Поэтому для уменьшения потерь целесообразно ускорить таяние снежников и талые воды, забрав их фронтальным захватом, направить в резервуары-водоемы для дальнейшего постепенного использования. Резервуары могут быть построены и при сосредоточенном стоке.

4. Среднесекундный расход талых вод снежника ориентировочно можно принимать равным 0,00143 л/сек. на 1 м³ объема или 0,0008 л/сек. на 1 м² поверхности снежника; эти данные позволяют устанавливать расход талых вод какого-нибудь снежника, если известен его объем или поверхность.

5. В условиях горных пастбищ для ускорения процесса таяния снежника наиболее надежным и дешевым методом является засыпка поверхности снега слоем пыли толщиной до 0,5—1 мм.

Для замедления таяния снега целесообразным является применение теплоизоляционных покрытий в виде фанеры, земляного слоя толщиной 4—5 см и толи. При наличии этих покрытий только сверху процесс таяния снежника уменьшается на 50%.

Пример расчета необходимого объема резервуара

Требуется определить величину необходимого объема резервуара — водоема для накопления талых вод, если известно:

1. Необходимое количество воды для обводнения участка пастбища в течение пастбищного периода $Q_n = 1000 \text{ м}^3$;

2. Коэффициент, учитывающий потери воды на испарение и фильтрацию $\alpha_0 = 1,2$;

3. Наибольшая разность ординат интегральных кривых подачи талой воды и потребления $a = 60\%$.

Необходимый объем резервуара

$$M = \alpha_0 \cdot \frac{Q_n \cdot a}{100} = 1,2 \cdot \frac{1000 \times 60}{100} = 720 \text{ м}^3$$

Գ. Մ. Մելիքյան

ՋՆՀԱԼՔԻ ՋՐԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԱՆԱՄՆԱՊԱՀԱԿԱՆ ՖԵՐՄԱՆԵՐԻ
ՋՐԱՄՍԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԱՐՈՏԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Լեռնային շրջաններում, ուր գտնվում են ամառային այգյան և սուր-
այգյան արոտավայրերը, յուրաքանչյուր տարի լինում են մեծ քանակու-
թյամբ միջնորտային տեղումներ՝ հիմնականում ձյան ձևով:

6—8 ամիսների ընթացքում կուտակված ձյունը գարնանը կարճ ժա-
մանակամիջոցում հալվում է և հոսում լեռներից ցած: Ձյունը մնում է
միայն լեռների քարձք մասերում, հյուսիսային լանջերում և ձորերում:

Լեռնային արոտավայրերի զգալի մասը ջրի բացակայության պատ-
ճառով լրիվ չպիտվ չի օգտագործվում:

Առանձին տեղերում մնացած ձնակույտերը, աստիճանաբար հալվելով,
ներծծվում են հողի մեջ և ջրամատակարարման նպատակով քիչ են օգ-
տագործվում:

Հետևապես այդ ձնակույտերի սաղիոնալ օգտագործման հարցը անաս-
նապահական ֆերմաների ջրամատակարարման համար ունի չափազանց
կարևոր ժողովրդա-տնտեսական նշանակություն:

Այդ նպատակի համար հեղինակի կողմից ուսումնասիրվել են ձյան
ծածկոցի առաջացման, հալքի, ձնհալքի ջրերի ընդունման և կուտակման
պայմանները: Ուսումնասիրվել են մի շարք միջոցներ ձյան հալքի խտնե-
սիվությունը կարգավորելու համար, և մշակվել է ձնակույտերի հաշվարկ-
ման մեթոդը:

Կատարված ուսումնասիրությունները և հետազոտությունները հնա-
րավորություն են տալիս նշելու, որ լեռնային արոտավայրերում ձյան
ծածկոցի վերացումից հետո մնացած ձնակույտերի հալքից առաջացած
ջրերի ռադիոնալ օգտագործման միջոցով հնարավոր է անասնապահական
ֆերմաներն ապահովել անհրաժեշտ քանակությամբ ջրով՝ արոտային ամ-
բողջ ժամանակաշրջանում:

Ձնակույտերի հալքի խտնեսիվությունը հնարավոր է կարգավորել,
ընդ որում արագացնելու համար նպատակահարմար է օգտագործել հողի
փոշի, իսկ հալքը մոտ 50% դանդաղեցնելու նպատակով՝ ֆաներայի թերթ,
4—5 սմ հաստությամբ հողի շերտ և տուր:

Ձյան մեծ պաշար ստեղծելու նպատակով, բացի բնական ճանապարհով
կուտակված քանակից, պետք է իրականացնել ձյան կուտակման արհեստա-
կան միջոցներ՝ տեղում եղած քարերից պատեր շարելու միջոցով: