

НОВАЯ ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ ТАЛЫХ ВОРОНОК В ЗАТОПЛЕННЫХ МИКРОПОНИЖЕНИЯХ

К.А.Глушко

На основании полевых наблюдений за просачиванием талых вод в мерзлую почву Дыгало В.С., Змиева Е.С., Комаров В.Д., Субботин А.И., Урываев В.А. и многие другие отметили, что определенная часть талых вод по трещинам, ходам землеройных животных, остаткам растительности просачивается через мерзлый слой почвы к уровню грунтовых вод. Авторы фиксировали и отдельные талые воронки, способствующие переводу поверхностного стока в грунтовый, возникновение которых объяснялось значительно меньшей глубиной промерзания на этих участках и, следовательно, более ранним сроком их оттаивания.

Автором, проводившим полевые исследования за просачиванием талых вод на осушенных дренажем торфяниках, были выявлены талые воронки в ложе микропонижений после окончания инфильтрации талых вод. При этом воронки формируются в наиболее пониженных частях микропонижения, преимущественно в бороздах ориентированных с востока на запад. Талая воронка представляет собой, обычно, ленту шириной 10-15 см., расположенную в нижней части северного откоса борозды или другой локальной западины с крутыми откосами. Основная часть мерзлого массива оттаивала на этот период не более чем на $1/3$ - $1/4$ толщины промерзания. Очевидно, что процесс оттаивания данной части откоса ускоренный и имеет под собой следующую физическую основу.

С началом водостдачи со снега, талая вода проникает в почву по трещинам, ходам землеройных животных и благодаря капиллярно-сорбционному потенциалу. При большом запасе холода, превышающем приток тепла от талой водой и теплоту фазовых переходов "вода-лед", происходит замерзание ее на некоторой глубине или на поверхности и формирование запирающего слоя. Переток талых вод может осуществляться только по вышеуказанным причинам. Талые воды поверхностным стоком

аккумулируются в микропонижениях. Под действием солнечной радиации происходит прогревание ложа микропонижения и нижних слоев воды за счет конвекции; верхние слои прогреваются за счет контакта с прогретыми воздушными массами. В итоге формируется температурный профиль воды. Более теплые слои находятся ближе к поверхности, а холодные у дна ложа микропонижения, имеющего нулевую температуру. Температура слоев воды, находящихся в контакте с мерзлой почвой, отличается от нуля в силу их разных характеристик, и в силу неустойчивой стратификации.

Слой талой воды с переменной температурой по профилю является оптически неоднородной средой, так как плотность воды изменяется по параболическому закону от температуры. Поэтому показатель преломления воды непрерывно увеличивается по мере увеличения ее глубины (увеличения плотности). Вследствие этого, световой луч, идущий в воде, проходит как бы через множество тонких, параллельных друг другу слоев, показатели преломления которых увеличивается с увеличением глубины слоев. На границе раздела каждой пары таких слоев происходит преломление луча по известному закону:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c_2}{c_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

где

$$n_2 = n_1 + n_0 \cdot A^2$$

$$n_0 = \frac{1}{8\pi} n_1 \rho \frac{\partial \rho}{\partial p} \left(\frac{\partial n_1}{\partial \rho} \right)^2$$

Давление p определяется по формуле:

$$p = \frac{1}{2\pi} \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} E^2$$

а напряженность электрического поля световой волны —

$$E = A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} A^2 [1 + \cos 2(\omega t + \varphi)]$$

где ϵ и ρ — диэлектрическая проницаемость и плотность воды.

Таким образом, параллельный пучок света на входе превращается в сходящийся, т.е. происходит самофокусировка. Концентрация световой энергии, на уменьшенной по сравнению с входом площади, приводит к ускоренному оттаиванию мерзлой почвы, что и наблюдается в естественных условиях.