

АНАЛИЗ ЗАТОРООБРАЗОВАНИЯ НА РЕКАХ ВОДОСБОРА ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Кузнецова И.Н., Микова К.Д.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет
г. Пермь, Российская федерация, e-mail: mikovak@yandex.ru*

На большинстве рек водосбора Воткинского водохранилища повторяемость заторов ниже 20%. Чаще всего заторы формировались в горной части водосбора. Высокая повторяемость (41-60%) данного опасного гидрологического явления наблюдалась на постах р. Вогулка - пгт. Шамары и р. Межевая Утка – с. Усть-Утка. Образованию заторов на участках рек способствовало наличие осередков, перекатов, острова, а также сильная извилистость. В отдельные годы, гидрометеорологические факторы оказывали определяющее влияние на формирование заторов. В некоторые годы заторов не было вообще, а в 1967, 1982 и 1990 годы формирование ледовых заторов отмечалось на 12-14 гидрологических постах за весну. Формируется затор через 1-2 дня после вскрытия рек. Средняя продолжительность существования 1-3 дня. Характерны невысокие (до 57 см) подъемы уровня воды, в отдельные годы могут достигать 190 см за двое суток.

Ключевые слова: заторы; ледовые явления; вскрытие рек; ледяной покров.

ANALYSIS OF ICE JAMS FORMATION IN RIVERS OF THE VOTKINSKY RESERVOIR CATCHMENT

Kuznetsova I.N., Mikova K.D.

Perm State University

Perm, Russian Federation, e-mail: mikovak@yandex.ru

The frequency of ice jams is below 20% in most rivers in the Votkinsky Reservoir catchment. Ice jams often were formed in the catchment mountainous part. A high frequency of occurrence (41-60%) of this extreme hydrological event was observed at the gauge station of the Vogulka River – at Schamary and the Mezhevaya Utkha River - at Ust-Utkha. Frequently the ice jams were formed due to the presence of rifts and islands, as well as strong river's tortuosity. But in some years hydrometeorological factors had a great impact on the ice jams formation. So, in some years the ice jams were not formed at all. But in each year of 1967, 1982 and 1990, the ice jams formation was observed at 12–14 gauge stations during the springtime. On average an ice jam forms in 1-2 days after the rivers break-up. The average life span of it is 1-3 days. Water stage raised not significantly (up to 57 cm). Otherwise in some years intensity of water stage rise reached 190 cm in two days.

Key words: ice jams; ice phenomena; rivers break-up; ice cover.

Заторы льда представляют собой серьезную опасность из-за наводнений, которые они вызывают и разрушений льдом зданий, строений и других объектов инфраструктуры. Наносимый заторами ущерб может быть сведен к минимуму при условии своевременного прогнозирования и правильной организации борьбы с этим явлением.

Одними из первых исследований, посвященных образованию заторов, были работы Л. Л. Владимирова [1] и Б. П. Вейнберга [2]. В данных исследованиях рассматривались процессы замерзания рек и образования заторов льда. Нельзя не отметить вклад Л. Г. Шуляковского [3] и Р. Е. Нежиховского [4, 5] в изучение заторов льда и заторных уровней воды. В последствии работы, посвященные заторам, содержали гидрологическое описание явления, в частности особенности развития на разных участках и водотоках [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12], а также возможности моделирования и прогнозирования [7, 10, 13]. Заторообразование наблюдается и на реках водосбора Воткинского водохранилища, где их изучению не уделено достаточного внимания.

В качестве исходных данных использована информация о состоянии водного объекта из Гидрологических ежегодников на гидрологических постах рек водосбора Воткинского водохранилища за период 1936 – 2018 годы.

Всего на исследуемой территории заторные явления наблюдались на 29 реках и в 50 пунктах наблюдений. Оценка повторяемости заторов показала, что на большинстве гидрологических постов (81 %) повторяемость заторов составляет 20 % и менее, что соответствует повторяемости 2 раза в 10 лет и реже (таблица 1). Самая высокая повторяемость заторов 4 – 6 раз в 10 лет (41-60 %) отмечалась на 2 водомерных постах: р. Вогулка – пгт. Шамары и р.Межевая Утка – с. Усть-Утка. Как правило, более частое образование заторов наблюдалось на реках, расположенных в горной части водосбора. Полученные результаты соответствуют данным Бузина В. А. [14], где упоминается, что на реке Каме и её притоках повторяемость заторов льда небольшая (20 – 30 %). Калинин В. Г. [12] также отмечал, что мест редкого образования заторов (повторяемость менее 25 %) значительно больше, они встречаются на 88 % рек рассматриваемой территории.

Таблица 1 – Градации повторяемости заторов

Повторяемость, %	Кол-во постов, шт	Кол-во постов, %
0-20%	39	81
21-40%	7	15
41-60%	2	4
Всего:	48	100

Для выявления причин возникновения ледовых заторов собрана информация о морфометрических особенностях участков рек, где явление когда-либо наблюдалось. На исследуемых участках постов находятся либо перекаты, либо отмели или имеется большая извилистость русла. Также на некоторых участках присутствовали острова или перекаты, либо и то и другое одновременно. Повторяемость заторов на таких участках была выше (25 – 57 %), чем на участках с одним видом морфометрических препятствий (10 – 24 %).

Также подсчитано количество заторов на гидрологических постах в каждом году. Результаты показали, что количество заторов в разные годы не одинаково. В одни годы заторов могло не наблюдаться вообще, либо на 1 – 2 постах. В другие годы (1967, 1982, 1990 годы) формирование заторов происходило на большом количестве постов (12 – 14 постов) за весенний период. Очевидно, что помимо морфометрических факторов на формирование заторов оказывают влияние гидрометеорологические факторы. Сочетание метеорологических условий каждого года уникально и определяет условия формирования заторов. Низкие температуры воздуха и небольшая высота снежного покрова будут способствовать нарастанию значительной толщины льда зимой. Интенсивное потепление весной при большой толщине льда будет способствовать образованию заторов. В годы с наибольшей повторяемостью заторов (до 14 постов в один год) наблюдалось дружное потепление. Тогда как в годы, когда заторов не наблюдалось или было мало (на 1 посту), наблюдалось длительное плавное потепление, способствующее уменьшению прочности ледяного покрова до значительного подъема уровней воды.

Для дальнейшего исследования выбрано пять гидрологических постов, на которых заторы наблюдались наиболее часто это: р. Вогулка – пгт. Шамары; р. Сылта – пгт. Шамары; р. Тулта – с. Барда; р. Косьва – пос. Большая Осляна; р. Колва – д. Петрецова.

Анализ данных показал, что вскрытие ледяного покрова на реках в среднем происходит с середины апреля по начало мая (таблица 2). Раньше всего вскрываются реки на юге Пермского края (р. Тулта – с. Барда, р. Сылта – пгт. Шамары, р. Вогулка – пгт. Шамары). После происходит вскрытие рек в горной части (р. Косьва – пос. Большая Осляна) и на севере Пермского края (р. Колва – д. Петрецова). Вскрытие рек в северной части водосбора Воткинского водохранилища происходит более чем на 2 недели позже, чем в южной части.

Формирование заторов в среднем происходит через 1 – 2 дня (T_1 , сут) после вскрытия с 14 апреля по 01 мая (таблица 2). Образуются заторы в период увеличивающейся водности рек. Уровни воды от даты вскрытия до даты образования затора растут на всех постах на 14 – 57 см. Как правило на участках гидрологических постов, расположенных ниже головы затора, уровни воды уменьшаются из-за стеснения живого сечения реки льдом и уменьшения притока воды. Выше затора могут отмечаться подъемы уровня воды, вызывающие подтопление территорий. Продолжительность существования ледовых заторов небольшая всего 1 – 3 дня. Растущая водность рек в весенний период способствует относительно быстрому их разрушению.

В случае позднего наступления весны, реки вскрываются позже на 7 – 12 дней (23 апреля – 12 мая). Формирование заторов происходит в соответствии с направлением начала потепления и вскрытия рек. Наибольшая продолжительность между датой вскрытия и датой формирования заторов 7-

9 дней на реках в южной части и 3 – 4 дня в горной и северной частях исследуемой территории. Наивысшие подъемы уровня наблюдались на реке Колва – д. Петрецова в 1982 году (187 см за двое суток), на р.Тулва – с. Барда (181 см за 6 дней), р. Вогулка – пгт. Шамары (108 см за 2 дня). При раннем наступлении весны реки вскрывались в период с 27 марта по 15 апреля. Формирование заторов наблюдалось через 1 – 5 дней после вскрытия (таблица 2).

Таблица 2 – Средние, поздние и ранние даты вскрытия, формирования заторов и их продолжительности

Река - пост	D ₁	H ₁	D ₂	H ₂	T ₁	ΔH	T ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение							
р. Вогулка - пгт. Шамары	18 апр	241	19 апр	284	1	42	2
р. Сытва - пгт. Шамары	16 апр	279	17 апр	306	1	28	2
р. Тулва - с.Барда	12 апр	239	14 апр	274	2	35	2
р. Косьва - пос. Большая Осляна	27 апр	254	29 апр	268	2	14	1
р. Колва - д.Петрецова	29 апр	172	1 май	229	2	57	3
Поздние (наибольшие)							
р. Вогулка - пгт. Шамары	<u>30</u> апр 1979	<u>353</u> 1966	<u>1 май</u> 1979	<u>368</u> 1967	7	<u>108</u> 1973	5
р. Сытва - пгт. Шамары	<u>23</u> апр 1969	<u>398</u> 1970	<u>24 апр</u> 1969	<u>398</u> 1970	2	<u>92</u> 1982	4
р. Тулва - с.Барда	<u>24</u> апр 1942	<u>317</u> 1939	<u>25 апр</u> 1942	<u>355</u> 1974	9	<u>181</u> 2009	4
р. Косьва - пос. Большая Осляна	<u>8 май</u> 1981	<u>313</u> 1975	<u>9 май</u> 1981	<u>361</u> 1975	3	<u>48</u> 1975	2
р. Колва - д.Петрецова	<u>12</u> май 1970	<u>259</u> 2011	<u>13</u> май 1969	<u>369</u> 1982	4	<u>187</u> 1982	5
Ранние (наименьшие)							
р. Вогулка - пгт. Шамары	<u>3 апр</u> 2012	<u>175</u> 1978	<u>5 апр</u> 1983	<u>233</u> 1984	0	0	1
р. Сытва - пгт. Шамары	<u>5 апр</u> 1983	<u>190</u> 1983	<u>6 апр</u> 1983	<u>230</u> 1978	0	0	1
р. Тулва - с.Барда	<u>27</u> мар 1983	<u>90</u> 2009	<u>2 апр</u> 2009	<u>150</u> 2012	0	<u>-38</u> 1939	1

Окончание таблицы 2

Река - пост	D1	H1	D2	H2	T1	ΔH	T2
1	2	3	4	5	6	7	8
р. Косьва - пос. Большая Осляна	<u>15</u> апр 1983	<u>204</u> 1984	<u>16 апр</u> 1975	<u>226</u> 1972	1	<u>-12</u> 1977	1
р. Колва - д.Петрецова	<u>6 апр</u> 2010	<u>90</u> 1971	<u>7 апр</u> 1968	<u>113</u> 1971	0	0	1

*где D₁ – дата вскрытия реки; H₁ – уровень воды в день вскрытия реки, см; D₂ – дата формирования затора; H₂ – уровень воды в день формирования затора, см; T₁ – продолжительность периода от вскрытия реки до формирования затора, сут; ΔH – изменение уровня воды в день формирования затора от уровня в день вскрытия, см; T₂ – длительность затора, сут. В числителе указаны характерные показатели, в знаменателе указан год наблюдений данных показателей.

Таким образом, ледовые заторы на большинстве рек водосбора Воткинского водохранилища встречаются нечасто. Наибольшая повторяемость заторов отмечена для двух гидрологических постов: р.Вогулка – пгт. Шамары и р.Межевая Утка – с.Усть-Утка. При не высокой (1 – 3 дня) продолжительности заторов, в отдельные годы отмечаются значительные подъёмы уровня воды.

Библиографические ссылки

1. Владимиров, Л.Л. Новые понятия о процессах замерзания рек и об образовании зимних заторов льда / Л.Л. Владимиров // Метеорол. вестник. – 1907.
2. Вейнберг, Б.П. Результаты измерений удельного веса и прочности на излом льда р. Томи перед ледоходом 1912 г / Б.П. Вейнберг // Изв. Томского политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 1913. – Т. 29. – №. 1.
3. Шуляковский, Л.Г. О заторах льда и заторных уровнях воды при вскрытии рек / Л.Г. Шуляковский // Метеорология и гидрология. – 1951. – №. 7. – С. 45.
4. Нежиховский, Р.Е. Затор льда на Неве весной 1956 г / Р.Е. Нежиховский// Природа. – 1957. – №. 5.
5. Прогнозы заторов льда на крупных реках Сибири и Дальнего Востока / Р.А. Нежиховский [и др.] // Тр. ГГИ. – 1978. – №. 248. – С. 98.
6. Бузин, В.А. Заторы льда и заторные наводнения на реках. /В.А. Бузин. – СПб.: 2004.
7. Бузин, В.А. Факторы образования и прогноз заторов льда на реках Севера европейской территории России / В.А. Бузин // Метеорология и гидрология. – 2010. – №. 4. – С. 63-74.
8. Кильмянинов, В. В. Заторы–ледовые монстры рек Якутии / В.В. Кильмянинов, В.М. Тазатинов, В.В. Шепелев // Наука и техника в Якутии. – 2001. – №. 1 (1).
9. Кильмянинов, В.В. Гидродинамические условия при образовании заторов льда на р. Лена и их искусственном разрушении / В.В. Кильмянинов // Метеорология и гидрология. – 2003. – №. 3. – С. 96-101.
10. Горошкова, Н.И. Особенности процессов вскрытия и образования заторов льда в бассейне верхнего Амура и методика прогноза максимальных заторных уровней / Н.И. Горошкова, А.В. Стриженов // Учен. зап. РГГМУ. – 2019. – №. 57. – С. 9-21.

11. Алабян, А.М. и др. Генетический анализ причин весеннего затопления долины Малой Северной Двины в районе г. Великого Устюга / А.М. Алабян // Эрозионные и русловые процессы. – 2004. – Т. 14. – С. 104-130.
12. Калинин, В.Г. Исследование распространения заторов льда и их повторяемости на реках водосбора Воткинского водохранилища / В.Г. Калинин // Метеорология и гидрология. – 2008. – №. 12. – С. 96-101.
13. Дегтярев, В.В. Математическое моделирование условий формирования заторов льда на реках / В.В. Дегтярев, В.В. Тарасевич, О.Н. Кушнерова // Изв. высших учебных заведений. Строительство. – 2011. – №. 6. – С. 45-53.
14. Бузин, В. А. Зажоры и заторы льда на реках России. / В.А. Бузин. – СПб.:2015.