УДК 551.574.4

Пясецька С. І.
Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДКЛАДЕНЬ ОЖЕЛЕДІ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ)

Ключові слова: *ожеледь, ожеледо-памоорозеві утворення*

Вступ. Ожеледо-паморозеві утворення і зокрема відкладення ожеледі є дуже поширеним явищем у холодний період року в Україні. Фактично вони спостерігаються кожного року, особливо протягом листопада-лютого. Окремі випадки таких відкладень спостерігаються на початку весни у березні, рідше у квітні (поодинокі в районі метеостанції Плай у травні). Також вони мають місце у жовтні (зрідка у вересні). Найбільш часто відкладення ожеледі спостерігаються в районі Донецького кряжу, у Кримських горах, в районі Приазовської, Волинської та Подільської височин. Відкладення ожеледі категорії НЯ (небезпечні) та СГЯ (стихійні) є дуже небезпечними та приносять значні збитки для ланок народно-господарського комплексу таких як енергетика, транспорт, комунальне господарство, в окремих випадках можуть значно постраждати люди.

Характеристика вихідного матеріалу. Для створення огляду стану дослідження виникнення ожеледо-паморозевих явищ і особливо відкладень ожеледі, було залучено найбільш вагомі результати досліджень, які присвячені цій проблемі. Найбільша увага приділялась вивченню результатів досліджень українських вчених.

Огляд основних концептуальних засад. Фундаментальному дослідженню фізики цього процесу та особливостей утворення присвячена ціла низка робіт [1 - 3], у яких узагальнено раніше отримані результати досліджень та суттєво розширено уявлення про процес утворення відкладень наземного льоду, зокрема ожеледі. Було доведено, що необхідною умовою відкладенням ожеледі є наявність туману, мряки чи дощу при температурі повітря близької до 0^0С або дещо нижче. Проведені спостереження довели, що 71,9% усіх випадків утворення ожеледі відбувалось за відносної вологості повітря 94-100% (за В.Е Бучинським [6] - 91-100%) та при температурі від 0 до -6^0С. Крім того, зниження відносної вологості повітря супроводжується збільшенням швидкості вітру. Дослідження О.Д.Заморського [4, 5] довели наявність переохолодженої води при температурі до -16^0С, а разом з цим і можливість утворення ожеледі за такої температури. На характер та інтенсивність відкладення наземного льоду великий вплив має вітровий режим - швидкість та напрямок вітру. В. Е. Бучинським [6] та К. Г. Абрамович [7] доведено, що відкладення ожеледі здебільшого мають місце при швидкості вітру 0-5 м/с (58%) та 6-10 м/с (37%). Максимальна швидкість вітру при цьому становила 40 м/с. Переважаючими напрямками вітру при утворенні ожеледі за даними [6-9] є південно-східний - для районів із значними висотами та меридіональним розчленуванням рельєфу та східний у низинах. Причому за даними [7] на них припадає до 76% випадків утворення ожеледі. У цілому переважаючий напрямок вітру при утворенні ожеледі збігається із переважаючим напрямком вітру для кожного окремого району за холодний період року [8,9].

Найбільш докладно синоптичні умови утворення ожеледі було досліджено В. Е. Бучинським [6], О. М. Кошенком [10, 11, 13, 14], Волевахою В.О. [12]. У [6] встановлено, що утворення ожеледі може відбуватись як в однорідній повітряній масі (внутрішньомасова, здебільшого в районі височин), так і при взаємодії різних повітряних мас вздовж фронтальних поверхонь. Це було підтверджене дослідженнями О. М. Кошенка [10, 11] і доведено, що внутрішньо масовий характер утворення ожеледі має значну повторюваність Закарпатті, Передкарпатті, здебільшого в районі Волино-Подольської та Придніпровської височин, Донецького кряжа (за винятком півночі Луганської області), у західній частині Криму. Утворення ожеледі в зоні фронту має більшу повторюваність та інтенсивність та супроводжується більшою швидкістю вітру. Найбільш інтенсивна ожеледь пов'язана із вираженими теплими фронтами (здебільшого при виході південних циклонів), з обох боків яких є значні контрасти температур, особливо коли перед тим на території мав місце антициклон. Крім того доволі часто ожеледь утворюється перед розмитими фронтами та фронтами оклюзій по типу теплого фронту. За умов малорухомості фронту накопичення ожеледі може бути тривалим та значним. Детальне дослідження утворення ожеледі фронтального ґенезу було зроблено у [12–14] та визначені її синоптико-аерологічні особливості. Встановлено, що зона фронтальної ожеледі при переміщенні на Україну циклонів або улоговин з південного заходу та півдня розташована не в районі теплого фронту, а у старого квазістаціонарного фронту. Згідно до [14], переважна маса ожеледі формується поблизу теплих фронтів при переміщенні на Україну циклонів та улоговин з південного заходу та півдня – 55%, із заходу – 24%, північного заходу - 16%, у 5% ожеледь утворюється при північних та північно-східних процесах. До 80% ожеледі формується на теплих фронтах циклонів із південного заходу (94%) та півдня (86%). Утворення ожеледі поблизу холодних фронтів складає 13%, причому найбільша повторюваність такої ожеледі спостерігається при північно-західних (24%)та західних (16%) процесах. Ожеледь в зоні фронтів оклюзії становить 7%, причому при південних процесах найчастіше – 14%. Тобто вірогідність формування ожеледі перед теплими фронтами у 5 разів більша ніж поблизу холодних фронтів та фронтів оклюзії. О. М. Кошенком [15] було виділено ще 3-ю групу процесів утворення ожеледі – змішану. У цій групі умови утворення ожеледі не схожі з суто фронтальними процесами, а саме - повна відсутність хмар Ns-As та наявність тільки St-Sc або їх перехідних форм. Така ожеледь формується на периферійних ділянках фронтів у полі підвищеного тиску у будь-якій частині баричного поля, якщо фронт знаходиться на заключній стадії свого розвитку.

Дослідження фізико-географічних особливостей просторового розподілу ожеледо-паморозевих відкладень на території України було започатковано у роботах А. М. Раєвського [16–23] та М. М. Волевахи [24]. Було встановлено 7 основних типів рельєфу, які впливають на інтенсивність утворення ожеледі. При цьому враховувались відносна висота місцевості, ступінь захищеності по відношенню до переважаючих при відкладенні ожеледі вітрам, а також експозиції самого мікро схилу на якому знаходиться пункт спостереження. І тип – *метеостанції розташовані у вузьких долинах річок, захищених значними височинами , що перевищують висоту долини на 50-100 м; II – долини які обмежені із заходу та сходу незначними височинами, або крутими берегами річок, що перевищують їх рівень на 20-40 м; III – рівнинні місцевості; IV – добре виражені, відкриті зі сходу (або південні та північні) схили височин; V – центральні частини та навітряні (східні) схили великих вододільних плато та височин, які перевищують прилеглі долини на 10-15 м; VI –вершини пагорбів,*

центральні частини відносно рівних вододільних плат, що перевищують рівень долини на 25-30 м; VII - сильно пересічена місцевість. Доведено, що V-VII типи рельєфу найбільш ожеледонебезпечні у зв'язку з можливістю відкладенням ожеледі за більш низьких температур та швидкостей вітру, що сприяє більш тривалому та інтенсивному процесу утворення ожеледі. На території Карпат та Криму (переважно VII тип) не встановлено чіткого зв'язку між абсолютними висотами та частотою і розмірами ожеледо-паморозевих відкладень [20], якщо пункти спостережень не знаходяться на одному схилі та в однакових умовах.. Стан залісенності території також [23] впливає на повторюваність та розміри відкладень ожеледі. Над значними лісовими масивами зменшується швидкість вітру та кількість переохолодженої вологи, що призводить до послаблення інтенсивності процесу утворення ожеледі. Дослідженнями [21, 24] встановлено, що утворення ожеледі в Карпатах відбувається переважно на теплих фронтах, що надійшли з північного заходу, півдня, південного заходу та західній периферії антициклонів. Значна ожеледь у Карпатах також може утворюватись в зоні фронтів оклюзій, в теплих секторах циклонів, що регенерують на арктичному фронті або в зоні стаціонарних фронтів. У [22] доведено, що в аномально теплі зими піку свого масового розповсюдження відкладення ожеледі досягають у північно-західних, північних та центральних областях України, завдяки добре розвинутій циклонічній діяльності. В аномально холодні зими цей процес більш інтенсивно протікає на півдні та сході країни завдяки переважанню східної та меридіональної циркуляції. У теплі зими ожеледь, складні відкладення та налипання мокрого снігу виникають частіше ніж у холодні. Більшими при цьому є і розміри відкладень та тривалість їх зберігання.

Дослідження умов виникнення особливо небезпечних відкладень ожеледі (СГЯ) [25–28] показало, що вони здебільшого утворюються при виході південних циклонів – 78% випадків, на групу західних та північно-західних траєкторій припадає до 25%, а на північну до 1%. Відкладення ожеледі категорії СГЯ спостерігається значно частіше при фронтальних ситуаціях, ніж при внутрішньо масових. Встановлено, що відкладення ожеледі категорії СГЯ спостерігається значно частіше при проходженні теплих фронтів (із південного заходу), а також в зоні стаціонарних фронтів та фронтів із хвилями – 71% випадків. Для гірських районів Криму найбільш ожеледонебезпечними є холодні фронти (76%), а також фронти, швидкість яких до Кримських гір була більше 20 км/год (26%). Крім південних (41%), найбільш ожеледонебезпечними для гірських станцій є західні (37%) та північно-західні (20%) синоптичні процеси. Затримка ожеледонебезпечної ділянки фронту на 4-7 год у горах призводить до відкладень ожеледі категорії СГЯ. У [28] встановлено, що для відкладень ожеледі категорії СГЯ внутрішньо масового походження найбільш ожеледонебезпечною синоптичною ситуацією є вплив південно-західної (західної) периферії антициклону – 68%, що є характерним для південного сходу України в районі Донецького кряжу та Приазовської височини.

Найбільш докладно особливості та стан розповсюдження ожеледо-паморозевих утворень і зокрема ожеледі на території України протягом кінця 30-х – 60-х років XX століття представлено у роботах [29 - 31]. Було визначено, що найбільшої повторюваності це явище набуває протягом грудня – лютого і максимального свого прояву досягає в районі Донецького кряжу, Приазовської височини, Кримських горах (захід), Волино-Подольській та Придніпровській височинах, Карпатах (північно-східні схили та високогір'я). Найбільш часто небезпечні відкладення ожеледі мали місце в районі Донецького кряжу, Приазовської височини та Криму. Наступний етап дослідження цього питання

охоплює період з кінця 60-х XX століття по його кінець [32, 33]. У цей час увага приділялась не тільки продовженню дослідження просторового розповсюдження ожеледі на основі накопиченого нового матеріалу, а й її небезпечних та стихійних проявів. За вірогідністю прояву відкладень ожеледі стихійного характеру (діаметр ≥20 мм) на Україні за охопленням території було виділено 4 райони:

1 – Донецька, Луганська, Вінницька, Кіровоградська, Одеська, Миколаївська області (1 раз за 2-3 роки);

2 – Тернопільська, Хмельницька, Полтавська, Харківська, Дніпропетровська, Херсонська області (1 раз за 5 років);

3 – Рівненська, Житомирська, Київська, Черкаська, Івано-Франківська, Запорізька області та АР Крим (1 раз на 10 років);

4 – Волинська, Чернігівська, Сумська, Львівська, закарпатська, Чернівецька області (1 раз на 20 років).

Останньою з опублікованих робіт з дослідження стихійних метеорологічних явищ на Україні у тому числі і сильної ожеледі є монографія [34], яка доповнює кліматологічну інформацію минулих років та висвітлює стан інтенсивності та розповсюдження стихійних явищ протягом 1985-2005 рр.

Найостаннішою з публікацій, які присвяченні особливостям утворення атмосферного льоду на земній поверхні (у тому числі і ожеледі) є дослідження особливостей випадання опадів, що замерзають при наднизьких температурах повітря [35]. У ній узагальнено не тільки раніш отримані матеріали спостережень протягом 1986-1995 рр. на АМСЦ на території Російської Федерації, а й в Україні (Одеса АМСЦ 1986-2001 рр.), а й проаналізовано останні подібні випадки, які мали місце у Пермському краї (Північний та Середній Урал) у грудні 2010 р.

Зважаючи на сучасні зміни у світовій кліматичній системі, які супроводжуються частими, масштабними та тривалими стихійними явищами дослідження утворення ожеледі є необхідним для визначення напрямку змін клімату в Україні та його прогнозу на майбутнє для забезпечення сталого розвитку країни.

Методологічною основою для опрацювання фактичних матеріалів спостережень на метеорологічних станціях за утворенням ожеледі та динаміки її відкладень на дротах стандартного ожеледного станка є положення, які викладено у Настанові гідрометеорологічним станціям і постам (2011) [36] та Настанові по службі прогнозів та попереджень про небезпечні (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) погоди (2003) [37].

Висновки. Представлені у огляді результати попередніх досліджень дають чітку уяву про загальні фізичні причини утворення ожеледі та характеризують основні синоптичні ситуації її виникнення.

Зважаючи на те, що останнім часом внаслідок змін які відбуваються у світовій кліматичній системі, і зокрема в Україні, спостерігається досить різка зміна погодних умов, яка суттєво впливає на частоту та інтенсивність прояву ряду природних явищ, зокрема утворення ожеледі. Тому існує нагальна потреба у продовженні дослідження особливостей утворення ожеледі та ожеледо-паморезевих утворень основних напрямках:

1. Необхідно дослідити сучасну динаміку повторюваності утворення ожеледі на території України по кожному з місяців її утворення та по окремим її областях та визначити спрямування цієї повторюваності як у цілому так і встановити внесок як кожного місяця в загальну суму за рік так і кожного окремого регіону у загальну площу.

2. Визначити місяця найбільшої повторюваності утворення ожеледі на поточний період із подальшою конкретизацією регіону.

3. Визначити особливості сучасного розповсюдження відкладень ожеледі категорії НЯ та СГЯ на території України та встановити їх повторюваність та просторово-часову динаміку.

4. Визначити основні фізичні характеристики відкладень ожеледі категорії НЯ та СГЯ (діаметр та маса відкладень, температуру повітря, напрямок та швидкість вітру при досягненні максимального діаметру)та встановити їх зміни у часі та просторі.

5. Визначити основні класи (підкласи) синоптичних ситуацій за яких у останні 20 років відбувалось утворення ожеледі (в тому числі НЯ та СГЯ) на території України та визначити їх порвторюваність.

6. Встановити стан матеріальних збитків які було зафіксовано від відкладень ожеледі (ожеледо-паморозевих відкладень) на території України протягом останнього часу та проаналізувати його просторово-часову динаміку.

Список літератури

1. *Андреев Ю. Н.* К вопросу о физико-метеорологических условиях образования гололеда / Ю. Н. Андреев // Труды ГГО. – 1947. – Вып. 3 (65). – С. 12-19. **2**. *Бургсдорф В. В.* О физике гололедо-измлрозевых явлений / В. В. Бургсдорф // Труды ГГО. 1947. – Вып. 3(65). - С. 3-11. **3**. *Химач М. А.* Отложение льда из переохлажденных облаков и туманов / М. А. Химач // Труды ГГО. – 1956. – Вып. 57 (119). – С. 44-49. **4**. *Заморский А. Д.* Морось и гололед при значительных морозах / А. Д Заморський // Метеорологимя и гидрология. – 1953. – № 4. – С. 34-36. **5.** *Заморский А. Д.* Атмосферный лед, иней, гололед, снег и град / А. Д.Заморский. – М.-Л. : Изд. АН СССР, 1955. – 377 с. **6.** *Бучинский В. Е.* Гололед и борьба с ним / В. Е. Бучинский. – Л. : Гидрометгизд, 1960. - 191 с. **7.** *Абрамович К. Г.* Условия образования гололеда на ЕТС / К. Г. Абрамович. – М. : Гидрометеоиздат, 1944. – 130 с. ***8*** *Швер Ц. А.* Повторяемость скоростей и направлений ветра при гололедно-изморозевых явлениях на Европейской территории Советского союза и Западной Сибири // Труды ГГО. – 1967. – Вып. 210. – С. 29-37. **9**. *Швер Ц. А.* Повторяемость скоростей ветра при обледенении проводов / Ц. А. Швер // Труды ГГО. – 1969. – Вып. 246. – С. 114-121. **10**. *Кошенко А. М.* Некоторые характеристики внутримассовых гололедов на Украине / А. М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 113. – С. 9-18. **11**. *Кошенко А. М.* Погодные условия при гололеде на территории Украины / А. М. Кошенко, М. Ю. Кулаковская // Труды УкрНИГМИ. – 1971. – Вып. 111. – С. 38-43. **12**. *Волеваха В. А.* Фронтальные гололеды на Украине / В. А.Волеваха // Тр. УкрНИГМИ. – 1961. – Вып. 25. – С. 3-15. **13**. *Кошенко А. М.* Некоторые характеристики фронтальных гололедов на Украине / А. М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1941. – Вып. 108. – С. 103-108. **14.** *Кошенко А. М.* Синоптико-аэрологические особенности фронтальных гололедов на Украине / А. М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1974. – С. 83-94. **15.** *Кошенко А. М.* Гололеды смешного происхождения / А. М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1974. – Вып. 126. – С. 64-76. **16***. Раевский А. Н.* К вопросу о повторяемости гололеда / А.Н. Раевский // Метеорология и гидрология. 1953. - № 1. С. 28-31. **17.** *Раевский А.Н.* Влияние рельефа на распределение гололедно-изморозевых отложений / А.Н. Раевский // Труды ОГМИ. – 1961. Вып. XXIII. – С. 3-10. **18.** *Раевский А.Н.* О распределении гололеда на территории Украины / А.Н. Раевский // Труды УкрНИГМИ. - 1961. – С. 50-62. **19.** *Раевский А.Н.* Влияние особенностей рельефа на распределение гололедных отложений / А.Н. Раевский // Труды ГГО. – 1961. – Вып. 122. – С. 75-80. **20.** *Раевский А.Н.* К вопросу о влиянии рельефа на распределение отложений гололеда в Украинских Карпатах / А.Н. Раевский // Метеорология, Климатология и гидрология. 1968. – Вып. 3. – С. 80-84. **21.** *Раевский А.Н.* Синоптические условия образования значительного гололеда в Украинских Карпатах / А. Н. Раевский, Е. А. Вязовченко // Метеорология, климатология и гидрология. – 1969. – Вып. 5. – С. 64-70. **22.** *Прохоренко М. М.* Особенности распределения гололедно-изморозевых отложений на территории Украины в аномальные зимы / М. М. Прохоренко, А. Н. Раевский // Метеорология, климатология и гидрология. – 1975. – Вып. 11. – С. 33-37. **23.** *Раевский А. Н.* К вопросу о влиянии характера рельефа и лесистости на распределение гололедно-изморозевых отложений / А. Н. Раевский // Труды УкрНИГМИ. – 1967. – Вып. 65. – С. 113-117. **24.** *Волеваха Н. М.* О влиянии орографии на гололедные отложения / Н. М. Волеваха // Труды УкрНИГМИ. – 1958. – Вып. 13. – С. 82-86. **25.** *Прохоренко М. М.* Распределение и условия возникновения особо опасных отложений атмосферного льда на территории Украины / М. М. Прохоренко, А. Н. Раевский // Труды

УкрНИГМИ. – 1973. – Вып. 124. – С. 84-90. **26**. *Кошенко А. М.* Особо опасные гололеды на Украине / А. М.Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1976. – Вып. 134. – С. 79-91. **27.** *Кошенко А. М.* Особо опасные отложения гололеда в Горном Крыму / А. М.Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1977. – Вып. 160. – С. 3-12. **28.** *Кошенко А. М.* Рекомендации к прогнозу особо опасных отложений гололеда внутримассового происхождения на Украине / А. М.Кошенко // Труды УкрНИГМИ. – 1977. – Вып. 160. С. 13-20. **29.** Климат Украины / Под ред. Г. Ф. Прихотько, А. В. Ткаченко, В. Н. Бабиченко. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. – 413 с. **30.** Опасные явления погоды на Украине / Под ред. К. Т. Логвинова // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 110. – 235 с. **31**. Природа Украинской ССР. Климат / Под ред. К. Т. Логвинова, М. И. Щербаня. – К. : Наукова думка, 1984. – 231 с. **32**. Стихийные метеорологические явления на Украине и Молдавии / Под ред. В. Н. Бабиченко. - Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 223 с. **33.** Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К. : Вид-во. Раєвського, 2003. – 343 с. **34.** Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В. М.Ліпінського, В. І.Осадчого, В. М. Бабіченко. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 311 с. **35***. Калинин Н. А.* Редкое явление замерзающего дождя в Пермском крае / Н. А. Калинин // Метеорология и гидрология. – 2012. – № 8. – С. 27-35. **36**. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Керівний документ. - Вип. 3, Ч.1 (метеорологічні спостереження на станціях). Державна гідрометеорологічна служба. – К.:, 2011. – 279 с. **37**. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) погоди. Український Гідрометцентр. – К., 2003. – 30 с.

Концептуальні засади дослідження відкладень ожеледі (на прикладі України)

Пясецька С.І.

У запропонованій статті подано огляд головних досягнень у дослідженні ожеледо-паморозевих відкладень і у першу чергу ожеледі. Показано внесок українських вчених у дослідження утворення ожеледі та особливості її просторового розповсюдження, визначені основні типи синоптичних ситуацій. Показано задачі та визначено напрямок її подальшого дослідження.

Ключові слова: *ожеледь, ожеледо-памоорозеві утворення.*

Концептуальные основы исследования отложений гололеда (на примере Украины)

Пясецкая С.И.

В предлагаемой статье дан обзор основных достижений в исследовании гололедно-изморозевых отложений и в первую очередь гололеда. Показан вклад украинских ученых в исследование образования гололеда и особенности его пространственного распространения, определены основные типы синоптических ситуаций. Обозначены задачи и направления его дальнейшего исследования.

Ключевые слова: *гололед, гололедно-изморозевые образования.*

The conceptual basis of the research of ice glaze deposit (on the example of Ukraine)

Pyasetskaya S.I.

This article provides an overiew of the main achievements in the study of ice glaze and (rime freezing drizzle) deposit and especially ice glaze. Illustrates the contribution of Ukrainian scientists in the study of ice glaze deposit formation and features of its spatial distribution. Identified the main types of synoptic situations in the formation of different types of ice glaze deposit/. The shown are objectives and directions of further research.

Keywords: *ice glaze deposit, rime freezing drizzle deposit.*

Надійшла до редколегії 23.05.2013