

С 1955 г. началось активное мелиоративное строительство и освоение торфяных месторождений. В результате сократилась площадь коренных лесов на болотах, возросла площадь пашни на осушенных землях. Одновременно снизилась доля лугов и мелколесий (в таблице площадь последних на 1955 г. показана в сочетании с фрезерными полями, подготавливаемыми к торфодобыче).

После 1955 г. в перечне земельных угодий появились территории, занятые под водохранилища и добычу торфа.

В 1975 г. площадь, занятая лесом, была на 13 % меньше, чем в 1866 г. Но к 1983 г. она возросла до 25 %, а к 1988 г. достигла 32 %, что почти соответствует данным по лесам 1866 и 1925 гг. Объясняется это усиленными лесовосстановительными работами с конца 70-х гг. После канализирования притоков Припяти сведены водоохраные леса в их поймах. Учитывая то, что водорегулирующая роль болот снижена мелиоративным строительством, а водораздельные участки вовлечены в сельхозоборот, некоторую часть выработанных торфяников целесообразно использовать под лесопосадки.

Под пашней площадь все эти годы постоянно увеличивалась: 41 % в 1975 г., 60 % в 1983 г. и почти стабилизировалась на 55 % в 1988 г.

Два крупных водохранилища – Краснослободское и Солигорское – занимают 1,4 % исследуемой территории.

Пик торфоразработки – 14 % площади в 1975 г. – постепенно спадает. В 1983 г. под добычу отведено 4,7 % территории, а в 1988 г. – 4,5 %. Высвободившиеся площади передаются в основном под сельхозугодья, и только незначительная часть их (около 5 %) занята мелколесьем. Естественные луга и травяные болота еще в 1975 г. занимали 17,6 %, но к 1983–1988 гг. под ними осталось только 1,3–1,6 % территории, остальная площадь в основном распахана и передана под искусственное залужение.

Кумулятивный учет земельного фонда (данные на 1925 и 1955 гг.) показывает резкие различия в структуре угодий для болот (долинные и озерно-аллювиальные ландшафты) и минеральных почв (моренная и водно-ледниковая равнины). В последние десятилетия наблюдается тенденция к сглаживанию этих различий.

### Список литературы

1. Т а н о в и ц к и й И. Г., О б у х о в с к и й Ю. М. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов. Мн., 1988. С. 165.
2. Д о к т у р о в с к и й В. С. // Болотоведение. № 1. 1913. С. 1.

УДК 551.510.629.13

*В. Н. НЕСТЕРУК, М. В. ЛЫСКОВЕЦ, П. А. КОВРИГО*

### **ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА НА ЭКОЛОГИЮ И МИКРОКЛИМАТ МИНСКА**

Экологическая обстановка в белорусских городах довольно сложная. Несмотря на то, что сегодня уже практически приостановлен процесс увеличения в воздухе объема пыли, двуокиси серы и других веществ, в некоторых городах превышает их допустимая концентрация. В число 68 городов стран СНГ с высоким уровнем загрязнения воздуха входят и города Беларуси. Не последнюю роль в загрязнении воздушного бассейна крупных населенных пунктов играют транспортные средства, рост количества которых не приостановил даже энергетический кризис. По данным Госкомстата Беларуси, на 1991 г. в личной собственности у населения республики насчитывалось 633 255 легковых автомобилей. Если же к этому числу прибавить общественный и грузовой транспорт, то эта цифра возрастет еще в несколько раз. Только минский автотранспорт ежегодно выбрасывает на жителей города 155,8 тыс. т отходов. А ведь еще существуют 4 ТЭЦ, множество котельных, 2 аэропорта и др. Загрязнение воздушного бассейна приводит к увеличению заболеваемости. За последние семь лет анализы показали, что у каждого пятого-ше-

стого человека болезнь связана с неблагоприятным воздействием окружающей среды. А в Могилеве, Новополоцке, Гомеле и Минске эти факторы определяющие. Особенно страдают дети как наименее приспособленная часть населения. В результате углубленного осмотра в одной из школ Минска были получены такие результаты: к I группе (практически здоровы) было отнесено 196 чел. (24,8 %), ко II группе (с различными заболеваниями) – 724 чел. (69,9), к III группе (хронические больные) – 56 чел. (5,3 %), т. е. практически здоровым является только каждый четвертый ребенок.

Однако кроме роста заболеваемости, сжигание топлива вызывает увеличение в атмосфере углекислого газа [1], что может вызвать повышение температуры и скажется на изменении режима ветров, осадков, уровня воды и т. д. В Минске среднегодовая абсолютная влажность в среднем на 5–10 %, скорость ветра на 0,8–1 м/сек, а количество дней с сильным ветром в 2,5 раза меньше, чем в пригородах. Устойчивый снежный покров образуется на 3–4 дня позже и сходит на столько же дней раньше, чем в окрестностях [2]. Определенное влияние на микроклимат Минска оказывает и увеличение количества аэрозолей в атмосфере, что приводит к изменению поступающей солнечной радиации [1, 3]. Загрязнение атмосферы города пылью, газами, дымом увеличивает ее мутность и уменьшает приток солнечной радиации примерно на 10 % [2]. С развитием индустриализации быстро возрастает и выделение тепловой энергии. В Минске среднегодовая температура воздуха на 0,2–0,3 °С, в июле на 0,4–0,5, летней ночью на 4–5 °С выше, чем в пригородной зоне. Все факторы непреднамеренных воздействий на окружающую среду в литературе еще не получили достаточного освещения. Например, вопросы влияния дополнительного увлажнения от сгорания топлива на экологию и микроклимат крупного города достаточно не рассмотрены. Мы попробуем частично восполнить этот пробел.

Газы при выходе из труб котельных, теплоэлектростанций, автомобильных двигателей имеют более высокую температуру и меньшую плотность по сравнению с окружающим воздухом. Они поднимаются на высоту до нескольких десятков метров, задерживаясь в подинверсионном слое. Занос в подинверсионный слой дополнительных ядер конденсации, золы и непосредственно водяного пара способствует ухудшению прозрачности атмосферы и образованию в приземном слое густых дымок, туманов, смогов. Установлено [3], что конденсация водяного пара может происходить в чистом воздухе только в случае больших перенасыщений (порядка 4–8-кратных). Ядра конденсации продуктов сгорания топлива в значительной мере способствуют конденсации водяных паров.

Замечено, что из-за большой концентрации аэрозолей образование туманов в промышленных городах начинается при относительной влажности менее 100 % (около 90–95 %), а с понижением температуры – даже при 80–90 %. При сгорании 1 т жидкого топлива образуется 1,4 т водяного пара, 1 т торфа – 637 кг водяного пара, 1 т угля – 458 кг, а 1 т водорода – более 9 т водяного пара [3, 4, 6, 7].

В крупных городах и промышленных центрах топочные и выхлопные газы, круглосуточно выбрасываемые в атмосферу, создают дополнительное увлажнение и влияют на образование негативных явлений (густых дымок, туманов и смогов). В отдельные годы при норме 67 сут количество дней с туманом может увеличиться в Минске до 102 [2]. Особо опасны смоги, которые на территории города бывают: а) в виде влажного густого тумана с примесью дыма или газовых отходов и б) в виде покрывала из едких газов и аэрозолей повышенной концентрации без тумана. Такие явления можно наблюдать в районе радиаторного завода, в часы «пик» на наиболее загруженных автотранспортом улицах (напр., ул. Московская) и в других районах. Эти процессы могут существенно нарушать функции органов дыхания человека, особенно у людей пожилого возраста.

Следует указать на диалектическую связь погодных условий и продуктов сгорания. Так, слабый ветер способствует медленному перемещению продуктов сгорания топлива от источников, инверсия является задерживающим слоем по высоте, а выделение скрытого тепла в подинверсионном слое при конденсации водяных паров усиливает инверсию.

В целом, метеорологические факторы оказывают влияние на распространение продуктов сгорания топлива, а последние, в свою очередь, способствуют образованию неблагоприятных экологических явлений. Таким образом, продукты сгорания топлива и метеорологические условия следует рассматривать как единую систему оценки последствий на окружающую среду. В Беларуси загрязняющие вещества могут рассеиваться на большой территории. Наиболее интенсивное загрязнение наблюдается при антициклональной деятельности. Зимой в Минске создаются наиболее благоприятные условия для концентрации загрязняющих веществ в центре города. Наибольшее загрязнение воздуха пылью наблюдается в теплое время года с максимумами, приходящими на осень и весну.

Анализ вертикального распределения температуры позволяет определить слои инверсии и заранее предвидеть зоны скопления продуктов сгорания топлива. Специальными исследованиями [4, 5] установлено, что при одних и тех же метеорологических условиях относительная влажность в районе выбросов отличается более высокими значениями. Причиной этому в данных случаях являются процессы, ведущие к выбросам водяного пара за счет сжигания топлива.

Рассмотрим физическую сущность процесса образования дополнительной влаги на примере жидкого топлива с целью выработки прогностических рекомендаций. Известно, что в химический состав жидкого топлива входят углерод (84–85 %) и водород (15–16 %). При сгорании углерод, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), а за счет химической реакции соединения водорода с кислородом ( $2\text{H} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ ) образуется водяной пар. При горении на одну весовую часть водорода приходится восемь весовых частей кислорода. При сгорании одного кг топлива, в котором содержится по весу 150–160 г водорода, образуется около 1,4 кг водяного пара:  $(155\text{г} \times 8) + 155\text{г} \approx 1395\text{г} \approx 1,4$  кг. Следовательно, фактор дополнительного увлажнения от сгорания топлива представляется возможным учитывать не только качественно, но и количественно. Нами получена формула для расчета дополнительного увлажнения при сжигании жидкого топлива вида [6]:

$$\Delta a = 1,4 \cdot 10^3 \frac{MT_1 + MT_2 + MT_3}{lahK},$$

где  $\Delta a$  – дополнительное увлажнение от сгорания топлива, г/м<sup>3</sup>;  $MT_1$ ,  $MT_2$ ,  $MT_3$  – количество сжигаемого топлива энергетики, промышленности и транспорта, кг;  $l$  – длина зоны увлажнения, м;  $a$  – ширина зоны увлажнения, м;  $h$  – высота зоны увлажнения, м;  $K$  – коэффициент, учитывающий подстилающую поверхность и условия переноса.

Ввиду того, что в психрометрических таблицах количественная характеристика влажности выражается в миллибарах, дополнительное увлажнение целесообразно определять также в миллибарах (мб). Установлено, что для диапазона температур воздуха от  $-30^\circ\text{C}$  до  $+30^\circ\text{C}$  отношение  $\frac{\Delta a}{\Delta c}$  изменяется от 0,89 до 0,72 и в среднем равно коэффициенту 0,8. Введя в формулу коэффициент 0,8, мы получим уравнение, выражаемое в мб:

$$\Delta c = 1,75 \cdot 10^3 \frac{MT_1 + MT_2 + MT_3}{lahK},$$

где  $\Delta c$  – дополнительная влажность от сгорания топлива (выраженная в единицах упругости), мб.

Рассчитав по данной формуле дополнительное увлажнение от сгорания топлива в городе для конкретных значений сжигаемого топлива, площади и высоты увлажнения, мы можем получить рабочие таблицы и с помощью расчетных листов прогнозировать образование смогов, туманов и городских дымок.

В последнее время широкое распространение получила идея использования чистого водорода в качестве альтернативного топлива [2]. Интерес к водородному топливу объясняется тем, что его отработанные газы менее токсичны. Однако авторы этих проектов не учитывают того, что продукты сгорания водорода содержат водяного пара в 6,5 раза

больше, чем традиционное топливо. Таким образом, расчеты показывают, что с переходом на газовые энергоносители резко возрастет дополнительная влажность в городах (природного газа – более чем в 2 раза, водородного топлива – в 6–7 раз), что приведет не только к возрастанию повторяемости туманов, густых дымок и смогов в городах, но и к резкому увеличению количества осадков, облачности, шквальных ветров. Все это обусловит рост простудных и легочных заболеваний населения.

Для предотвращения негативных последствий данных явлений необходимо решать проблему комплексно с использованием новой концепции в градостроительстве. Целесообразна постройка широких улиц, проспектов, озелененных площадей, хорошо продуваемых ветром, сооружение зданий разновысотной планировки (для увеличения обмена воздуха по вертикали). Необходимо шире эксплуатировать для перевозки пассажиров в Минске метро, троллейбусы и трамваи, использующие в качестве энергоносителя электричество, в наибольшей мере отвечающие современным экологическим требованиям. Существующие в республике средства наземного пассажирского транспорта не успевают удовлетворять потребности перевозок быстро растущего населения больших городов. Часто проблему пытаются решить за счет наращивания парка автобусов и такси. Это влечет за собой непомерное увеличение расходов жидкого и газообразного топлива, что все больше воздействует на атмосферу. Заметим, что расход топлива на 1 кВт энергии на электростанциях в 2 раза ниже, чем у двигателя внутреннего сгорания.

Конечно, у каждого вида транспорта есть свои плюсы и минусы, например, трамвай создает шумовое загрязнение. Для избавления от шума получает развитие новое направление – строительство подземных линий скоростного трамвая. Такие линии вступили в строй в 1984 г. в центральной части г. Волгограда в многолюдном районе, продолжив трамвайные загородные маршруты. Они могут в дальнейшем легко рестраиваться в самый безвредный для экологии вид транспорта – метро. Затраты на строительство Минского метрополитена окупятся гораздо быстрее, если связать наиболее посещаемые населением загородные места отдыха (напр., Заславское водохранилище) скоростным трамваем. Это поможет уменьшить пассажиропоток на электропоезда Молодечненского направления.

Выбросы продуктов сгорания топлива от энергетики, промышленности и транспорта существенным образом сказываются на микроклимате города и в связи с этим метеорологический режим большого города отличается от пригородной зоны. Так, количество осадков за год в Минске на 30–50 мм и пасмурных дней на 18–19 больше, чем в окрестностях. Дней с атмосферной дымкой на 40–90, а с мглой примерно на 11 больше, чем в пригородах [7]. Это обусловлено выбросами в атмосферу, вызывающими изменение термогигрометрических характеристик в приземном слое атмосферы. Использование уравнений для определения количественных величин выбросов от продуктов сгорания топлива позволит заблаговременно прогнозировать ухудшение прозрачности атмосферы, образование густых дымок, смогов и туманов в городе.

### Список литературы

1. Б у д ы к о М. И. Изменение климата. Л., 1974.
2. Природа Беларуси. Мн., 1986.
3. М а т в е е в Л. Т. Курс общей метеорологии: Физика атмосферы. Л., 1976.
4. Н е с т е р у к В. Н. // Техника и вооружение. 1971. № 1. С. 29.
5. Н е с т е р у к В. Н. // Авиация и космонавтика. 1971. № 7. С. 30.
6. Н е с т е р у к В. Н., Л ы с к о в е ц М. В. // Физико-географические аспекты изучения урбанизированных территорий. Ярославль, 1992. С. 74.
7. Г о л у б е в И. Р., Н о в и к о в Ю. В. Окружающая среда и транспорт. М., 1987.