

# Σαχινίδης Συμεών

## Φυσικός Ραδιοηλεκτρολόγος

### Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC)

*Πηγή:* Καύση καυσίμων, όπως βενζίνη, πετρέλαιο, ξυλάνθρακας, φυσικό αέριο. Διαλύτες και χρώματα. Αυτοκίνητα.

*Επιπτώσεις στην υγεία:* Συμμετέχουν ενεργά (πρωτογενώς και δευτερογενώς) στο σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους. Πολλές VOCs προξενούν σοβαρά προβλήματα υγείας, όπως καρκίνο.

*Επιπτώσεις στο περιβάλλον:* Ορισμένες VOCs, όπως η φορμαλδεΐδη και το αιθυλένιο, είναι επιβλαβείς στα φυτά.

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις VOC αποτελούν μία σημαντική κατηγορία ατμοσφαιρικών ρύπων, που εντοπίζονται κυρίως σε αστικά κέντρα και βιομηχανικές περιοχές. Στον όρο VOC περιλαμβάνονται εκατοντάδες ενώσεις. Σύμφωνα με τον αυστηρό ορισμό των VOCs, στην κατηγορία αυτή θα έπρεπε να περιλαμβάνονται οργανικές ενώσεις, οι οποίες είναι παρούσες στην ατμόσφαιρα σε αέρια κατάσταση, αλλά οι οποίες, κάτω από κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, θα ήταν υγρά ή στερεά. Δηλαδή στους 20 C θα είχαν τάση ατμών μικρότερη από 760 torr (101,3 kPa) και μεγαλύτερη από 1 torr (101,3 kPa). Όμως, με βάση τον ορισμό αυτό, πολλές οργανικές ενώσεις που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα δεν θα συμπεριλαμβάνονταν στις VOCs. Σύμφωνα με έναν πιο πλατύ ορισμό, ο όρος VOC περιλαμβάνει όλες τις ενώσεις που περιέχουν άνθρακα, με εξαίρεση το στοιχειώδη άνθρακα, το CO και το CO<sub>2</sub>, οι οποίες ευρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει και οξυγονούχες, αλογονούχες και θειούχες οργανικές ενώσεις.

Οι VOCs εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες (ανθρωπογενείς πηγές), είτε από φυσικές πηγές. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα αυτοκίνητα (κυρίως αλιφατικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες), οι ατμοί πετρελαιοειδών που εκπέμπονται κατά τη διύλιση, μεταφορά και χρήση τους, η χρήση διαλυτών, η ταφή απορριμμάτων, η παραγωγή τροφίμων και η γεωργία. Στη δεύτερη κατηγορία εμπίπτουν εκπομπές από φυτά και δένδρα, φωτιές δασών, και διάφορες αναερόβιες διεργασίες.

Η εξάτμιση των διαλυτών από υλικά που χρησιμοποιούνται για επιστρώσεις επιφανειών (χρώματα, βερνίκια, μελάνες, κ.λπ.) είναι μία σημαντική πηγή VOC στην ατμόσφαιρα, την οποία σίγουρα θα έχετε ανιχνεύσει με την όσφρηση. Διαλύτες επίσης χρησιμοποιούνται και σε άλλες διεργασίες, όπως αυτή της εκχύλισης φυτικών ελαίων από καρπούς, η παραγωγή φαρμακευτικών και καλλυντικών, ο καθαρισμός μεταλλικών και πλαστικών επιφανειών και ο στεγνός καθαρισμός ρούχων. Η εξόρυξη πετρελαίου και η διύλιση του για την παραγωγή διαφόρων καυσίμων είναι μία σημαντική πηγή VOC σε πολλά μέρη του πλανήτη. Αυτό περιλαμβάνει τον σχηματισμό και την έκλυση διαφόρων αερίων και ατμών κατά τις διάφορες διεργασίες επεξεργασίας του πετρελαίου και την εξάτμιση αργού πετρελαίου και των παραγώγων του κατά τη μεταφορά τους. Στην κατηγορία αυτή πρέπει επίσης να

συμπεριλάβουμε και τις εξατμίσεις της βενζίνης κατά το γέμισμα των δοχείων των αυτοκινήτων. Όπως γνωρίζετε, οι εκπομπές από τα αυτοκίνητα οφείλονται στην ατελή καύση του καυσίμου, καθώς και στην εξάτμιση καυσίμου πριν από την καύση του. Είναι προφανές ότι υπάρχει ένα πλατύ εύρος πηγών VOC. Η σχετική συνεισφορά της κάθε δραστηριότητας διαφέρει από χώρα σε χώρα. Η ποσοστιαία συνεισφορά της κάθε κατηγορίας διαφέρει σημαντικά, ανάλογα με τις κύριες δραστηριότητες και τους τομείς ανάπτυξης της κάθε χώρας. Πρέπει, ωστόσο, να επισημάνουμε τη σημαντική συνεισφορά των κινητών πηγών (αυτοκινήτου) και στις τρεις χώρες.

Οι επιπτώσεις των VOC στην ατμόσφαιρα μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- καταστροφή στρατοσφαιρικού όζοντος,
- φωτοχημική παραγωγή όζοντος στην επιφάνεια της Γης,
- τοξικές ή καρκινογενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο,
- συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Πολλές οργανικές ενώσεις είναι αρκετά σταθερές, ώστε να φτάσουν στη στρατόσφαιρα, όπου, μέσω της φωτόλυσης και της αντίδρασης με υδροξυλικές ρίζες, παράγουν ενώσεις που καταστρέφουν το όζον. Κοντά στην επιφάνεια της Γης πολλές οργανικές ενώσεις συμμετέχουν σε φωτοχημικές αντιδράσεις παραγωγής όζοντος. Εκτός από αυτές τις δευτερογενείς επιπτώσεις των νθ08, πολλές ενώσεις είναι τοξικές ή προξενούν καρκίνο στον άνθρωπο. Οι ενώσεις αυτές περιλαμβάνουν το βενζόλιο και το 1,3 βουταδιένιο που προξενούν λευχαιμία, τη φορμαλδεΐδη που προξενεί καρκίνο, τους πολυπυρηνικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες που προξενούν καρκίνο του πνεύμονος, τις πολυχλωριωμένες διφενυλικές ενώσεις (PCBs), τις πολυχλωριωμένες τετραφενυλικές ενώσεις (PCTs), τις διοξίνες, τις φουράνες κ.λπ.

Η εκπομπή VOC (μη περιλαμβανομένου του μεθανίου) από ανθρωπογενείς πηγές σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, καθώς επίσης στον Καναδά και τις ΗΠΑ, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.10 για τη χρονική περίοδο 1980-2000.

Η μείωση των εκπομπών VOC από σταθερές πηγές μπορεί να επιτευχθεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους ή συνδυασμούς αυτών:

- 1 Διαχείριση στην πηγή: βελτίωση της διαχείρισης στην πηγή και του ελέγχου των διεργασιών έτσι, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η παραγωγή και εκπομπή VOC.
2. Επανασχεδιασμός του προϊόντος: μείωση ή εξάλειψη των οργανικών διαλυτών από διάφορα προϊόντα, όπως π.χ. προϊόντα επικαλύψεως επιφανειών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη και παραγωγή νέων προϊόντων με υψηλή περιεκτικότητα στερεών και χαμηλή περιεκτικότητα διαλυτών, με τη χρήση προϊόντων βασισμένων στο νερό, με τη χρήση ακτινοβολίας για τη σταθεροποίηση της επικάλυψης και με τη χρήση προϊόντων στη μορφή σκόνης.

3. Επέμβαση στη διεργασία: οι εκπομπές μπορούν να μειωθούν με βελτιώσεις και διάφορες αλλαγές στη διεργασία παραγωγής ή μεταποίησης προϊόντων.
4. Τεχνολογίες επεξεργασίας των αποβλήτων: η επεξεργασία των ρευμάτων των διεργασιών που περιέχουν VOC με εξειδικευμένες τεχνολογίες, οι οποίες είτε καταστρέφουν, είτε συγκρατούν τους συγκεκριμένους ρύπους.

Οι τεχνολογίες επεξεργασίας των αερίων μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο πλατειές κατηγορίες: σε αυτές οι οποίες καταστρέφουν τις VOCs και σε αυτές που ανακτούν τις VOCs από το απόβλητο ρεύμα. Μεταξύ των τεχνολογιών καταστροφής των VOCs η αποτέφρωση έχει την πρωτεύουσα σημασία. Οι αποτεφρωτές διακρίνονται στους θερμικούς, στους οποίους η θερμοκρασία του αέριου ρεύματος αυξάνεται πάνω από τους 750 °C, και τους καταλυτικούς, στους οποίους η καύση των VOCs γίνεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία (200-300 °C) στην επιφάνεια καταλυτών της ομάδας του λευκοχρύσου. Ορισμένες φορές χρησιμοποιούνται βιολογικές διεργασίες για την καταστροφή των VOCs, όπως π.χ. βιόφιλτρα, στα οποία αναπτύσσεται ένας πληθυσμός μικροοργανισμών, ο οποίος βιοαποικοδομεί τις οργανικές ενώσεις. Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ανάκτησης των VOCs είναι η προσρόφιση, συνήθως σε ενεργό άνθρακα, αλλά ακόμα και σε ζεόλιθους και άλλα υλικά. Τα οργανικά μόρια ροφώνται στην επιφάνεια των στερεών αυτών, η οποία επιφάνεια ανά μονάδα μάζας του στερεού είναι πολύ μεγάλη (100-1000 m<sup>2</sup>/g). Όταν η επιφάνεια κορεστεί, ακολουθεί εκρόφιση των VOCs με θέρμανση και ανάκτηση τους.

Στα αυτοκίνητα, η καταστροφή των VOCs γίνεται με τους τριοδικούς καταλύτες, οι οποίοι προκαλούν την καύση των οργανικών ενώσεων με αρκετά μεγάλη απόδοση.