

ΘΕΜΑ: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ – ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ: ΝΑΝΣΥ ΣΑΚΚΑ

Το γυαλί αποτελεί υλικό, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον και σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την αρχαιότητα μέχρι και τις μέρες μας –σχετικά αρχαιολογικά ευρήματα στην Αίγυπτο και στη Βαβυλώνα χρονολογούνται από το 2.500π.Χ. και το 2.600π.Χ. αντίστοιχα. Αδιαμφισβήτητα, η πρόοδος η οποία έχει επέλθει, όσον αφορά στα ζητήματα τεχνολογικής αιχμής, έχει δώσει σημαντική ώθηση στη χρήση του γυαλιού στο χώρο των κατασκευών, το χώρο δηλαδή όπου το ενδιαφέρον μας είναι εστιασμένο τη δεδομένη στιγμή.

Οι σύγχρονες τάσεις στην αρχιτεκτονική διακρίνονται για την προτίμηση την οποία τρέφουν στις εκτενείς γυάλινες επιφάνειες, οι οποίες διαμορφώνουν τα όρια, είτε ανάμεσα στο εξωτερικό και το ελεγχόμενο εσωτερικό περιβάλλον, είτε ανάμεσα σε διακεκριμένα τμήματα του εσωτερικού χώρου. Πιο αναλυτικά λοιπόν, απαντώνται με ιδιαίτερη συχνότητα κτίρια των οποίων οι όψεις οργανώνονται εξ' ολοκλήρου με γυάλινα στοιχεία –**curtain walls**-, **αίθρια** τα οποία **στεγάζονται** είτε **με γυαλί**, είτε με διαφανή συνθετικά στοιχεία, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό την είσοδο του φυσικού φωτός στην καρδιά του κελύφους, αλλά και **ελαφρά χωρίσματα**, διαμορφωμένα από γυαλί σε σημαντικό ποσοστό, τα οποία κατά κύριο λόγο βρίσκουν εφαρμογή σε εργασιακούς χώρους, καθώς επιτρέπουν αφενός τη δημιουργία εμμέσως φωτιζόμενων κύριων χώρων στις εσωτερικές ζώνες του κτιρίου και αφετέρου την οπτική επαφή μεταξύ των εργαζομένων σε διαφορετικά τμήματα. Θέλοντας να συνοψίσουμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του γυαλιού, τα οποία το καθιστούν τόσο δημοφιλές και ανταγωνιστικό έναντι των υπολοίπων δομικών στοιχείων, μπορούμε να αναφέρουμε την παρεχόμενη **δυνατότητα για οπτική επαφή**, για **διέλευση του φυσικού φωτός**, την **«καθαρότητα»** των τελικώς διαμορφωμένων επιφανειών, αλλά και τη δημιουργούμενη **αίσθηση ελαφρότητας**, όσον αφορά στο φαινόμενο βάρος της κατασκευής.

Η χρήση του γυαλιού στη σύγχρονη αρχιτεκτονική δημιουργία, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, παρουσιάζει κορύφωση. Στο γεγονός αυτό έχει παίξει καταλυτικό ρόλο, τόσο η **ανάπτυξη της τεχνολογίας των υαλοπινάκων**, όσο και η **ανάπτυξη των συστημάτων στήριξης** αυτών –παραδείγματος χάριν συστημάτων αλουμινίου και δομικής σιλικόνης-, προκειμένης της εφαρμογής τους στο κέλυφος, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ασφαλείας και ικανοποιητικής λειτουργίας. Οφείλουμε στο σημείο αυτό να υπογραμμίσουμε και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζει η τόσο εκτεταμένη χρήση γυάλινων στοιχείων στις κτιριακές κατασκευές και στα οποία έρχεται ουσιαστικά να δώσει απάντηση η ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών στον τομέα αυτό, όπως προαναφέραμε. Το τελευταίο φυσικά δεν σημαίνει ότι δύναται να καλύψει τα πιθανά προβλήματα στο 100%, καθώς ταυτόχρονα είναι αναγκαίο να λαμβάνονται υπ' όψιν ζητήματα, όπως αυτό του **προσανατολισμού**, των **τοπικών κλιματολογικών συνθηκών**, της **φιλοξενούμενης χρήσης** κλπ. Μία γυάλινη όψη σε ένα κτίριο παραπέμπει στις έννοιες άπλετο φυσικό φως και απρόσκοπτη θέα. Δεν θα πρέπει να παραλείπουμε όμως την αξιολόγηση δεδομένων, όπως τα **ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη κατά τους θερινούς μήνες** ή αντίστοιχα τις **θερμικές απώλειες κατά τη χειμερινή περίοδο**, τα οποία συνεπάγονται αφενός **δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης** εντός του κελύφους και αφετέρου **μη ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων**.

Σύσταση – Μέθοδοι Παραγωγής

Προκειμένης λοιπόν της αντιμετώπισης των προαναφερθέντων ζητημάτων και όχι μόνο, έχει δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όσον αφορά στην κατασκευή υαλοπινάκων. Το βασικό συστατικό κατασκευής κάθε τύπου υαλοπίνακα είναι το **διοξείδιο του Πυριτίου** –περιεκτικότητα 70%-, ενώ σε ποσοστό 14% και 16% αντίστοιχα έχουμε **οξείδιο του Ασβεστίου** και **οξείδιο του Νατρίου**. Οι μέθοδοι επεξεργασίας της υαλόμαζας ποικίλουν. Εν συντομία μπορούμε να αναφέρουμε κάποιες χαρακτηριστικές παραγωγικές διαδικασίες, όπως παραδείγματος χάριν την παραγωγή **χυτών υαλοπινάκων** – διάστρωση της υαλόμαζας και μετέπειτα συμπίεση-, την **εξέλαση** –διέλευση της

υαλόμαζας από θερμαινόμενους κυλίνδρους και γυάλισμα των δύο όψεων του παραγόμενου υαλοπίνακα με ανοικτή φλόγα-, την **επίπλευση** –διέλευση της υαλόμαζας από έλαστρο και μετέπειτα λουτρό με λειωμένο κασσίτερο-, καθώς και την παραγωγή με **εμβάπτιση σε τηγμένο μέταλλο** –συνήθως κασσίτερο. Από αυτό το σημείο και έπειτα είναι δυνατό να έχουμε και περαιτέρω επεξεργασία του παραγόμενου υαλοπίνακα, προκειμένης της βελτιστοποίησης των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του. Χαρακτηριστική είναι η **μέθοδος της θερμικής κατάψυξης**, λεπτομέρειες για την οποία θα αναφέρουμε στη συνέχεια. Ακόμη, είναι εφικτή η περαιτέρω επεξεργασία του υαλοπίνακα, προκειμένης της κάλυψης συγκεκριμένων αισθητικών, μορφολογικών και κατασκευαστικών απαιτήσεων. Αναλυτικότερα, ο υαλοπίνακας έχει τη δυνατότητα **να κυρτωθεί, να χαραχθεί, να υποστεί αμμοβολή, ή ακόμη να επικαλυφθεί με έγχρωμα διακοσμητικά επιστρώματα.**

Ανακλαστικοί Υαλοπίνακες

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, υπάρχει απαίτηση για προστασία του εσωτερικού του κελύφους από τα θερμικά κέρδη κατά τη θερινή περίοδο του έτους, ιδιαίτερα στις περιοχές με θερμό γενικά κλίμα και έντονη ηλιοφάνεια, όπως είναι ο Ελλαδικός χώρος. Ως γενική αρχή λαμβάνουμε ότι όσο αυξάνεται το πάχος ενός υαλοπίνακα, τόσο μειώνεται το ποσοστό της ηλιακής ενέργειας που τον διαπερνά και αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο, ποσοστό το οποίο καθορίζει τελικά τον αποκαλούμενο **συντελεστή σκίασης του υαλοπίνακα**. Ο εν λόγω συντελεστής για έναν απλό υαλοπίνακα πάχους 6mm λαμβάνει τιμή 0,98. Η συγκεκριμένη τιμή είναι δυνατό να μειωθεί έως και 0,22 με τις κατάλληλες επεξεργασίες. Αναλυτικότερα, υπάρχει δυνατότητα για βελτίωση της συγκεκριμένης ιδιότητας του υαλοπίνακα, είτε με την **επικάλυψη αυτού με ειδικά ανακλαστικά επιστρώματα**, είτε με την προσθήκη των κατάλληλων ουσιών στην υαλόμαζα. Στο σημείο αυτό οφείλουμε να υπογραμμίσουμε, ότι **οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες επηρεάζουν ταυτόχρονα και τη διέλευση του φυσικού φωτός** μέσω αυτών, οπότε είναι αναγκαίος ο εξ' αρχής προσδιορισμός

της απαιτούμενης στάθμης φυσικού φωτός στο εσωτερικό του κελύφους, προκειμένης της επιλογής του κατάλληλου υαλοπίνακα.

Θερμομονωτικοί Υαλοπίνακες

Μέσα στα ίδια πλαίσια, της εξασφάλισης δηλαδή ικανοποιητικών συνθηκών διαβίωσης εντός του κτιρίου, αλλά και της εξοικονόμησης ενέργειας, εντάσσεται και η χρήση των αποκαλούμενων **θερμομονωτικών υαλοπινάκων**. Οι τελευταίοι αποτελούν ένα σύστημα δύο ή τριών, είτε απλών, είτε ανακλαστικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διατηρούνται σε απόσταση μεταξύ τους μέσω μεταλλικού profile –η συνήθης απόσταση είναι 12mm. **Ο εγκλωβισμένος στο διάκενο αέρας βελτιώνει εξαιρετικά τη θερμομονωτική συμπεριφορά του υαλοπίνακα**. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του απλού υαλοπίνακα, ήτοι $5,8\text{W/m}^2/\text{k}$, ο οποίος στην περίπτωση του διπλού με διάκενο 12mm αποκτά τιμή $2,8\text{W/m}^2/\text{k}$. Σημειώνεται επίσης, ότι **το μεταλλικό profile περιέχει πυριτικά άλατα**, με σκοπό την αφύγρανση του εγκλωβισμένου αέρα και κατ' επέκταση την **αποφυγή του φαινομένου της συμπύκνωσης υδρατμών**. Τέλος, αξίζει να επισημάνουμε τη δυνατότητα προσθήκης κατάλληλων μιγμάτων αερίων στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, τα οποία βελτιώνουν την απόδοση του συστήματος, όσον αφορά τόσο στις θερμομονωτικές, όσο και στις ηχομονωτικές ιδιότητές του.

Υαλοπίνακες Securit

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, με τη μέθοδο της **θερμικής καταψύξεως** είναι εφικτή η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του υαλοπίνακα και πιο συγκεκριμένα παρατηρείται **αύξηση της αντοχής αυτού σε κρούση**, καθώς και **αύξηση της αντοχής σε φορτία**. Επίσης σημαντική είναι η βελτίωση της θερμικής αντίστασης που δύναται να παρουσιάσει ο υαλοπίνακας, γεγονός το οποίο συνεπάγεται **αυξημένη αντοχή στις έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές**. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι είναι εφικτός ο ψεκασμός του υαλοπίνακα με παγωμένο νερό όταν ο τελευταίος έχει θερμοκρασία 250°C , χωρίς να παρατηρείται θραύση. Όσον αφορά στη διαδικασία της θερμικής κατάψυξης ή

αλλιώς της θερμικής σκλήρυνσης, η τελευταία προβλέπει τη θέρμανση του γυαλιού στους 680°C και τη μετέπειτα ταχεία ψύξη του. Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό των υαλοπινάκων securit είναι η **ασφαλής θραύση** τους. Πιο συγκεκριμένα, καθώς ο υαλοπίνακας βρίσκεται υπό υψηλή επιφανειακή τάση, κατά τη θραύση του απελευθερώνει όλη τη συσσωρευμένη σε αυτόν ενέργεια, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών και ακίνδυνων πρακτικά θραυσμάτων. Τέλος οφείλουμε να σημειώσουμε, ότι η οποία επιθυμητή κατεργασία –κοπή, διάνοιξη οπών, κλπ- είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί πριν τη διαδικασία θερμικής σκλήρυνσης, καθώς σε συνέχεια αυτής δεν είναι εφικτή.

Συγκολλημένοι Υαλοπίνακες (Laminated)

Επίσης ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η χρήση των αποκαλούμενων συγκολλημένων υαλοπινάκων, οι οποίοι προκύπτουν από τη συγκόλληση δύο ή περισσότερων υαλοπινάκων –απλών ή securit-, συνήθως μέσω **πολυβινυλοβουτυρικών μεμβρανών** –PVB. Η συγκόλληση των υαλοπινάκων πραγματοποιείται με θέρμανση και μετέπειτα πίεση. Οι εν λόγω υαλοπίνακες παρουσιάζουν **γενικά ικανοποιητική αντοχή στις κρούσεις**, η οποία εξαρτάται όμως πέρα από τον αριθμό και το πάχος, τόσο των υαλοπινάκων, όσο και των μεμβρανών, από τη σχέση συνάφειας την οποία παρουσιάζει ο υαλοπίνακας με τη μεμβράνη. Αναλυτικότερα, υπάρχει απαίτηση για δυνατότητα αποκόλλησης της μεμβράνης από τον υαλοπίνακα, καθώς το γεγονός αυτό συνεπάγεται τη δυνατότητα παραμόρφωσης της μεμβράνης και κατ' ουσία τη δυνατότητα απορρόφησης της δημιουργούμενης από την κρούση κινητικής ενέργειας από αυτή κυρίως και όχι από τον υαλοπίνακα. Τέλος, υπογραμμίζεται ότι το εν λόγω σύστημα υαλοπινάκων διακρίνεται για την **παροχή ασφάλειας κατά τη χρήση**, καθώς σε περίπτωση θραύσης τα κομμάτια γυαλιού συγκρατούνται στη θέση τους με τη βοήθεια των ενδιάμεσων μεμβρανών.

Άλλες κατηγορίες υαλοπινάκων

Το θέμα της τεχνολογίας των σύγχρονων υαλοπινάκων είναι ιδιαίτερα ευρύ και δεν είναι εφικτό να καλυφθεί με κάθε λεπτομέρεια στα πλαίσια ενός και μόνο άρθρου. Θα αναφερθούμε λοιπόν με συντομία και σε ορισμένους άλλους τύπους υαλοπινάκων, οι οποίοι εφαρμόζονται προκειμένης της κάλυψης των προαναφερθέντων αναγκών –βιολογική άνεση του χρήστη, εξοικονόμηση ενέργειας- και όχι μόνο. Οι **θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες** λοιπόν, φέρουν διαφανές φιλμ, το οποίο όταν αποκτήσει θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή του εσωτερικού χώρου μετατρέπεται σε αδιαφανές, αντανακλώντας την ηλιακή ακτινοβολία και επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση μόνο όταν η θερμοκρασία αποκτήσει το δέον επίπεδο. Αντίστοιχης φιλοσοφίας είναι και οι **φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες**, με τη διαφορά ότι η όποια μεταβολή πραγματοποιείται στο βαθμό διαφάνειάς τους, σχετίζεται με την ένταση του φυσικού φωτός. Οι **ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες** με τη σειρά τους μετατρέπονται και αυτοί από αδιαφανείς σε διαφανείς και αντίστροφα, μέσω της εφαρμογής ηλεκτρικής τάσης. Αναλυτικότερα, εμπεριέχουν ένα φιλμ υγρών κρυστάλλων, οι οποίοι όντας σε άτακτη διάταξη, επιτρέπουν μεν τη διόδου του φωτός, προκαλούν δε διάχυση του τελευταίου, με αποτέλεσμα ο υαλοπίνακας να καθίσταται αδιαφανής. Η εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης συνεπάγεται τον προσανατολισμό των κρυστάλλων και κατ' επέκταση τη διαφάνεια του υαλοπίνακα. Μία ακόμη μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των υαλοπινάκων, είναι η **εφαρμογή των ολογραφικών φιλμ**. Τα συγκεκριμένα, μέσω των ανακλαστικών ιδιοτήτων τους, έχουν τη δυνατότητα να φωτίζουν, αλλά και να θερμαίνουν, ακόμη και τα πλέον απομακρυσμένα σημεία ενός χώρου.

Πέρα από τις κατηγορίες υαλοπινάκων, τις οποίες μέχρι στιγμής έχουμε αναφέρει, υπάρχει σημαντική ποικιλία υαλοπινάκων για εξειδικευμένες χρήσεις, όπως παραδείγματος χάριν αυτοί οι οποίοι καλύπτουν **υψηλές προδιαγραφές πυροπροστασίας**, αυτοί οι οποίοι παρέχουν **ακτινοπροστασία** ή **ηλεκτρομαγνητική θωράκιση**, οι **αντιβαλλιστικοί** –όπου υπάρχει απαίτηση για παροχή υψηλού βαθμού ασφαλείας-, αλλά ακόμη και αυτοί, οι οποίοι δύνανται να

φέρουν ενσωματωμένο συναγερμό. Τέλος, θεωρούμε σκόπιμη την αναφορά μας στους **μορφοποιημένους υαλοπίνακες σχήματος U**, οι οποίοι διακρίνονται για την ικανότητά τους, όσον αφορά στην κάλυψη μεγάλων ανοιγμάτων, χωρίς την παρεμβολή ενδιάμεσων στοιχείων στήριξης, – εφαρμόζονται συχνά όπου απαιτείται στέγαση χώρου με διαφανή στοιχεία.